

AALTO-YLIOPISTO
Insinöörیتieteiden korkeakoulu
Sovelletun mekaniikan laitos

Teemu Hyttinen

Miehittämättömiin ilma-alusjärjestelmiin perustuvat palvelukonseptit

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi diplomi-insinöörin
tutkintoa varten

Espoo 16.5.2012

Työn valvoja: Professori Olli Saarela
Työn ohjaaja: Diplomi-insinööri Timo Brander

AALTO-YLIOPISTO PL 11000, 00076 AALTO http://www.aalto.fi		DIPLOMITYÖN TIIVISTELMÄ
Tekijä: Teemu Hyttinen		
Työn nimi: Miehittämättömiin ilma-alusjärjestelmiin perustuvat palvelukonseptit		
Korkeakoulu: Insinööritieteiden korkeakoulu		
Laitos: Sovelletun mekaniikan laitos		
Professori: Lentotekniikka		Koodi: Kul-34
Työn valvoja: Professori Olli Saarela		
Työn ohjaaja: Diplomi-insinööri Timo Brander		
<p>Tämän diplomityön tarkoitus on kehittää miehittämättömien ilma-alusten kaupalliseen hyödyntämiseen tähtäviä palvelukonsepteja. Työssä perehdytään erilaisiin UAV-järjestelmien ympärille rakennettuihin palveluihin ja niiden kehittämiseen ja luodaan malleja kaupallisille palvelukonsepteille.</p> <p>Tutkimus perustuu eri lähteistä kerättyyn aineistoon ja niiden soveltamiseen. Työssä kartoitettiin olemassaolevia ja kehitteillä olevia UAV-palveluita sekä erilaisia hyötykuormia kirjallisuus- ja verkkolähteisiin pohjautuen. Kaupallisten UAV-markkinoiden kehityksen arviot perustuvat markkinatutkimuslaitosten markkinatutkimuksiin. Uuden palvelun kehityksessä hyödynnettiin aiemmissä tutkimuksissa tehtyjä malleja, alan kirjallisuutta ja teorioita. Palvelun kehittämissiossa hyödynnettiin alan käsitteitä mm. palvelukonseptista ja uuden palvelun kehitykseen liittyvästä NSD-prosessista. Keskeiseksi lähtökohdaksi uusien palvelukonseptien luomisessa otettiin asiakas ja arvon muodostumisen tärkeys. Lisäksi perehdytään potentiaalisimpien UAV-palvelukonseptien kaupallisen liiketoimintamallin luomiseen.</p> <p>Työn tuloksena löydettiin monia kaupalliseen käyttöön mahdollisia sovellusalueita ja konsepteja. Palveluihin perustuvat liiketoimintamallit tarjoavat monia kaupallisia mahdollisuuksia. Liiketoiminnan kehityksessä voidaan käyttää luotuja palvelupaketteja, jotka hyödyntävät eri sovelluskohteita. Luotujen UAV-palvelukonseptien tarkempi analysointi osoitti niiden kaupallisen hyödyntämisen toteutuksen hyvin mahdolliseksi.</p> <p>Työssä esitetyt UAV-laitteisiin ja niiden hyödyntämiseen perustuvat kaupalliset palvelut, sovellukset ja palvelumallit voivat olla hyvin moninaisia. Palveluliiketoimintaan perustuvat UAV-konseptit nähdään kannattavana liiketoimintalueena.</p>		
Päivämäärä: 16.5.2012	Kieli: Suomi	Sivumäärä: 76
Avainsanat: Palvelukonsepti, UAV, miehittämätön ilma-alus, uuden palvelun kehitys, liiketoimintamalli, hyötykuorma		

AALTO UNIVERSITY PO Box 11000, FI-00076 AALTO http://www.aalto.fi		ABSTRACT OF THE MASTER'S THESIS
Author: Teemu Hyttinen		
Title: Service concepts based on unmanned aerial vehicle systems		
School: School of Engineering		
Department: Department of Applied Mechanics		
Professorship: Aeronautical Engineering		Code: Kul-34
Supervisor: Professor Olli Saarela		
Instructor: Timo Brander, M.Sc. (Tech.)		
<p>This master's thesis aims to develop new service concepts based on commercial use of unmanned aerial vehicles (UAV). This study will familiarize with various services and new service development that are built around UAV systems. Models for potential commercial service concepts are created.</p> <p>This thesis is based on material that was collected from different sources. The existing and emerging UAV services and different payloads were searched from literature and the web sources. The development estimates of commercial UAV are based mainly on market researches. Previous models, literature and theories were exploited and applied to new service development. The new service development section took advantage of different theories, including service concept and new service development process. Customer and value creation was chosen to the focus point for new service concept development. In addition, the most potential UAV service concepts are taken under closer examination to develop commercial business model.</p> <p>As a result of this study, many application areas and concepts were found potential for commercial use. Service based business models provide a number of commercial opportunities. Business development can use generated service packages that take advantage of different target applications. Created UAV service concepts showed that their commercial invocation is possible to realize.</p> <p>This survey indicated that different types of commercial services, applications and service models could be established. Service business based UAV concepts is seen to be very promising business area.</p>		
Date: 16.5.2012	Language: Finnish	Number of pages: 76
Keywords: service concepts, UAV, unmanned aerial vehicle, new service development, business model, payload		

Alkusanat

Tämä diplomityö on tehty osana Aalto-yliopiston kevytrakennetekniikan laboratorion MMEA-projektia. Kiitos Aalto-yliopistolle ja erityisesti Timo Branderille ja Olli Saarelalle tästä mahdollisuudesta olla mukana mielenkiintoisessa projektissa. Kiitos Timo Branderille ohjauksesta ja joustavasta työskentelymahdollisuudesta.

Espoo, toukokuu 2012

Teemu Hyttinen

Sisällysluettelo

Käytetyt lyhenteet

1 JOHDANTO.....	1
1.1 TUTKIMUKSEN TAUSTA.....	1
1.2 TUTKIMUKSEN TAVOITE.....	1
1.3 TUTKIMUKSEN RAJAUKSET.....	1
2 UAV-TOIMINTA.....	3
2.1 MARKKINAT.....	3
2.1.1 Markkina-alueiden hyödyt, rajoitteet ja haasteet.....	7
2.2 YRITYKSEN PALVELUASTE.....	8
2.3 KEHITYSTYÖ.....	9
3 UAV-LAITTEIDEN HYÖTYKUORMIA.....	10
3.1 SÄHKÖ-OPTISET LAITTEET.....	11
3.1.1 Digitaalikamerat.....	12
3.1.2 Infrapunakamerat.....	12
3.1.3 Monispektrikamerat.....	13
3.1.4 Lasermittaus.....	14
3.2 KAMERA-ALUSTAT.....	17
3.3 PAIKKATIETO-OHJELMISTOT.....	18
4 UAV-PALVELUIDEN TUOTTAJAT.....	19
4.1 UAV-VALMISTAJAT.....	19
4.1.1 CropCam.....	19
4.1.2 UAVFACTORY.....	19
4.1.3 Draganfly.....	20
4.2 PALVELUITA TARJOAVAT UAV-VALMISTAJAT.....	20
4.2.1 Aeroscout.....	20
4.2.2 Flint Hills Solutions.....	21
4.2.3 V-TOL Aerospace.....	21
4.2.4 Hawkeye UAV.....	22
4.2.5 Micro Drones UK.....	22
4.3 UAV-LAITTEITA OPEROIVAT YRITYKSET.....	23
4.3.1 Accuas.....	23
4.3.2 Danish Aviation Systems.....	23
4.3.3 Aerial Photography Specialists.....	24
4.3.4 Flycam Oy.....	24
4.3.5 Mitta.....	24
4.3.6 Themis.....	25
4.3.7 Blom.....	25
4.4 YHTEENVETO UAV-TOIMIJOISTA.....	25
5 PALVELUN KEHITTÄMINEN.....	28
5.1 PALVELUKONSEPTI.....	29
5.2 UUDEN PALVELUN KEHITYS.....	30
5.3 PALVELUPAKETTI.....	33
5.4 LIIKETOIMINTAMALLI.....	33
6 UAV-PALVELUKONSEPTIN KEHITYS.....	36
6.1 UAV-PALVELUITA.....	36
6.2 UAV-PALVELUMALLEJA.....	37
6.2.1 Integraattorimalli.....	38

6.2.2 Suora toimitusmalli	40
6.3 PALVELUSUUNNITELMA	41
7 KAUPALLISTAMINEN	43
7.1 MARKKINAPOTENTIAALI	43
7.2 PALVELUPAKETIT	44
7.2.1 Paikkatietopalvelut.....	44
7.2.2 Mittaus ja valvonta.....	45
7.2.3 Kuvauspalvelut.....	47
7.3 UAV-KALUSTON HANKINTA.....	47
7.4 KANNATTAVUUS	47
8 POTENTIAALISET UAV-PALVELUKONSEPTIT.....	49
8.1 INTEGRAATTORIIN PERUSTUVA LIKETOIMINTAKONSEPTI	49
8.1.1 Liiketoimintamalli.....	49
8.1.2 Kannattavuuslaskelmat	52
8.2 SUORATOIMITUKSEEN PERUSTUVA LIKETOIMINTAKONSEPTI	55
8.2.1 Liiketoimintamalli.....	55
8.2.2 Kannattavuuslaskelmat	58
8.3 ALOITTAVAN YRITYKSEN HAASTEET	61
8.4 TULEVAISUUS	62
9 YHTEENVETO	63
LÄHTEET	65

Käytetyt lyhenteet

CCD	Charge-Coupled Device
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor
GIS	Geographical Information Systems
GPS	Global Positioning System
EO	Electro-Optical
HD	High Definition
IMU	Inertial Measurement Unit
IR	Infrared
LIDAR	Light Detection And Ranging
LWIR	Long Wavelength Infrared
NIR	Near Infrared
NSD	New Service Design
MTOW	Maximum Take-Off Weight
MWIR	Mid Wavelength Infrared
SWIR	Short Wavelength Infrared
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
UAS	Unmanned Aerial System
UAV	Unmanned Aerial Vehicle
UV	Ultraviolet
VTOL	Vertical Take-Off And Landing

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen tausta

Miehittämättömät ilma-alukset (Unmanned Aerial Vehicles, UAVs) ovat lentolaitteita, jotka lentävät itsenäisesti ilman mukana olevaa ohjaajaa. UAV-laitteet lentävät joko itsenäisesti seuraten ohjelmoitua reittiä tai vaihtoehtoisesti maasta käsin ohjattuna. UAV-laitteet ovat olleet käytössä sotilaspuolella jo pitkän aikaa, mutta ovat viime vuosina yleistyneet myös siviilipuolella. UAV-laitteet ovat huomattavasti edullisempia hankkia, huoltaa ja operoida kuin perinteiset miehitetyt lentolaitteet. Siksi ne ovat osaksi syrjäyttäneet miehitettyjä lentolaitteita monissa sovelluksissa. UAV-laitteiden siviilikäyttö on vielä vähäistä, mutta lainsäädännön kehittyessä erilaisten UAV-sovellusten käyttö tulee kasvamaan.

1.2 Tutkimuksen tavoite

Tämän työn tarkoitus on tutkia ja kehittää miehittämättömiin ilma-aluksiin liittyviä palvelukonsepteja. UAV-laitteita hyödyntäviä kaupallisia sovelluksia on jo käytössä monissa maissa, mutta Suomessa niitä on vielä hyvin vähän tarjolla. Tutkimuksen tavoite on löytää suomalaisiin olosuhteisiin ja erityispiirteisiin soveltuvia, miehittämättömiin ilma-aluksiin liittyviä palvelukonsepteja. Monia olemassaolevia miehitettyjä lentokoneita hyödyntäviä kaupallisia palveluita voi hoitaa kustannustehokkaammin UAV-laitteiden avulla ja ne mahdollistavat myös kokonaan uusien palveluiden tarjoamisen. UAV-sovellusten toteuttamiseen tarvitaan erilaisia hyötykuormia, joiden käyttöä ja kaupallista hyödyntämisestä on myös tarkoitus selvittää. Työssä tarkastellaan potentiaalisimpia käytössä olevia kaupallisia ja kehitysvaiheessa olevia palveluita. Tarkastellaan myös sitä, millä edellytyksillä UAV-sovellukset sopivat kaupalliseen toimintaan sekä millaisia investointeja ja tietotaitoa ne vaativat.

1.3 Tutkimuksen rajaukset

UAV-laitteita voi hyödyntää lukemattomilla tavoilla, riippuen tarpeista, käytettävästä tekniikasta, lainsäädännöstä ja alueen ominaispiirteistä. UAV-laitteiden hyödyntämistä ja käyttökohteita tutkitaan ja kehitetään jatkuvasti. Rajoittavana tekijänä UAV-laitteiden käytössä ovat ilmailumääräykset, jotka rajoittavat laajamittaista operointia. Nykyisin UAV-laitteella täytyy operoida alle 150 metrin korkeudessa niin, että se pysyy lentäjän näkyvissä. Laajempi operointi vaatii suljetun ilmatilan. UAV-laitteille suunnitellaan yhtenäisiä Euroopan laajuisia määräyksiä, joiden odotetaan tulevan voimaan lähivuosina. Uusien sovellusten ja kaupallisen hyödyntämisen kehitys on nopeaa ja ala tulee kasvamaan nopeasti lähivuosina. Se vaatii kuitenkin sen, että alan ilmailumääräyksiin saadaan yhtenäisyyttä ja rajoitteita poistetaan. Tässä työssä keskitytään kaupallisiin UAV-palveluihin, joissa hyödynnetään UAV-järjestelmiä, joiden kokonaismassa jää alle 20 kg:n.

UAV-palvelumallien kehityksessä otetaan tarkastelualueen keskiöön asiakas. Pyritään luomaan asiakaslähtöisiä palvelumalleja, jotka toimivat erilaisten asiakassegmenttien kanssa sen mukaan, millainen suhde asiakkaalla on UAV-toimintaan ja palveluiden käyttöön.

Tämän työn ensimmäisissä kappaleissa keskitytään UAV-markkinoihin ja niiden kehittymiseen, yleisimpiin hyötykuormatyyppeihin sekä alan toimijoihin, joiden kautta selvitetään olemassaolevia kaupallisia palveluita. Myöhemmin työssä perehdytään palveluiden kehittämiseen ja uusien UAV-konseptien luomiseen sekä kaupallisen palvelukonseptien luomiseen esimerkkikonseptien kautta.

2 UAV-toiminta

UAV-laitteella tarkoitetaan ilma-alusta, joka lentää maasta käsin ohjattuna tai ennalta ohjelmoitua reittiä pitkin. UAV-järjestelmällä tarkoitetaan tässä työssä samaa kuin UAS (Unmanned Aerial System), joka käsittää koko järjestelmän, mihin kuuluu UAV:n lisäksi hyötykuorma, maa-asema, kommunikointilaitteet ja kaikki lentotoiminnan vaativat osat. Työssä käytetään UAV-lentotoimintaa hoitavasta yrityksestä nimitystä operaattori.

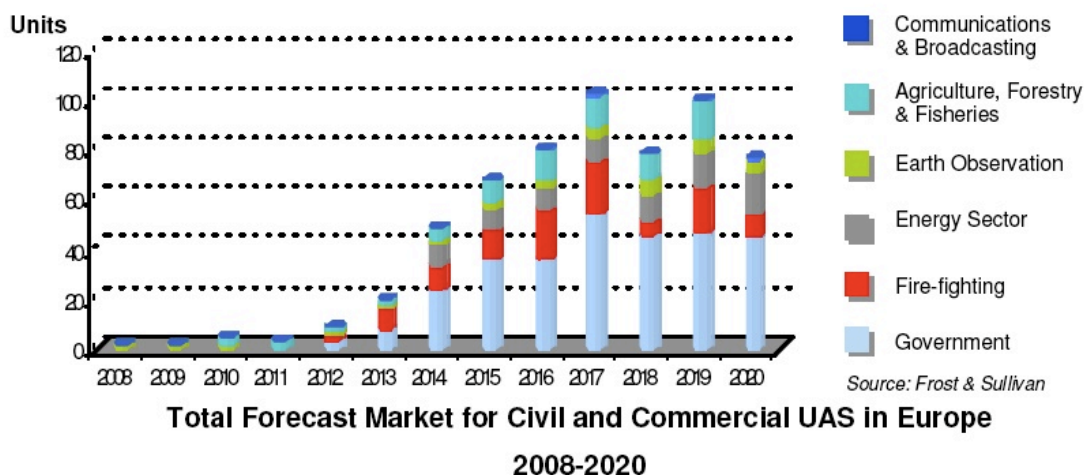
2.1 Markkinat

UAV-sovellusten kaupallinen hyödyntäminen on vielä melko vähäistä, mutta ilmailumääräysten kehittyessä kasvun odotetaan olevan nopeaa lähivuosina. Suomessa UAV-sovellusten hyödyntäminen on vähäistä, lukuun ottamatta puolustusvoimien hankkeita. Kaupalliset sovellukset ovat muutamien yritysten varassa, jotka ovat keskittyneet lähinnä ilmakuvaukseen.

Kaupallisten UAV-markkinoiden koosta ja tuottoisimmista sovelluksista on olemassa hyvin vähän tietoa. Tämä johtuu kaupallisen puolen vähäisestä toiminnasta ja suurien valmistajien haluttomuudesta investoida kaupalliselle puolelle. Tutkimuslaitokset julkaisevat omia ennusteitaan UAV-markkinoista ja niiden tulevaisuuden kehittämisestä, joiden toteutuminen on riippuvaista paljolti lainsäädännön kehittämisestä.

Siviilipuolen markkinat tulevat tarjoamaan sotilaspuolta monipuolisemmat mahdollisuudet UAV-laitteiden hyödyntämiseen. Siviilipuolelle avautuu paljon niche-sovelluksia, jotka keskittyvät pienelle ydinalueelle. Esimerkiksi pelkästään metsäpalojen torjuntaan keskittyminen voi olla kannattavaa joillakin alueilla. UAV-järjestelmien kauppa tulee kasvamaan, mutta kauppaa tehdään nykyistä pienemmissä erissä markkinoiden jakautuessa lukuisiin pieniin toimijoihin. UAV-järjestelmien lisäksi erilaisten palveluiden tarjoaminen tulee olemaan suuressa merkityksessä. Lisäksi miehittämättömien ilma-alusten omistussuhteet voivat ratkaisevasti muuttua nykyisestä. Alalla siirrytään osin samanlaiseen vuokrauskäytäntöön kuin perinteisessä ilmailussa, jossa lentotoimintaa harjoittava operaattori ei välttämättä omista koneita. [2]

Siviilipuolen UAV-markkinoiden odotetaan lopulta nousevan markkina-arvoltaan ohi sotilaspuolen markkinoiden. Se ei tule tapahtumaan vielä lähivuosina, mutta kuvastaa valtavaa kasvupotentiaalia siviilipuolen markkinoilla. Nykyisin tilanne on päinvastainen. UAV-valmistajat saavat tulonsa lähinnä sotilaspuolelta, jolloin sinne suunnataan myös tutkimus- ja kehitystyötä. Euroopan UAV-markkinat ovat siviilipuolella vielä vaatimattomat, mutta ilmailurajoitusten poistuessa, tulevat kaupallisen puolen markkinat olemaan todennäköisesti myös suuremmat kuin sotilaspuolen. Sotilaspuolen markkinat ovat jo pitkälle kehittyneet ja kypsät. Sotilaspuolella ei ole luvassa dramaattisia muutoksia, toisin kuin siviilipuolella, jossa markkinat ovat vasta muodostumassa. Siviilipuolella on paljon sovellusalueita, joissa miehittetyt lentokoneet voidaan korvata miehittämättömillä. [1,2]



Kuva 1. Kaupallisten UAV -järjestelmien myynnin kehitys Euroopassa. (Myytyjä järjestelmiä) [2]

Kuva 1 liittyy markkinatutkimukseen, jonka mukaan UAV-järjestelmien myynti kasvaa Euroopassa huomattavasti seuraavien vuosien kuluessa. Kasvu on aluksi hitaampaa, kun valmiita sotilaspuolen järjestelmiä valjastetaan siviilipuolen käyttöön. Suurimmat kasvut nähdään julkisella puolella, jonka lisäksi palontorjunta, energiasektori ja maatalous ovat keskeisiä aloja, joille UAV-järjestelmien kaupallinen kasvu keskittyy. [2]

Siviilipuolen UAV-sovellukset voidaan jakaa puhtaasti kaupallisiin sekä julkisen sektorin turvallisuus- ja pelastussovelluksiin [3]. Potentiaalisia puhtaasti kaupallisia sovelluskohteita ovat:

- Maatalous
- Ilmakehään ja ympäristöön liittyvä valvonta
- Radiolinkit
- Kuljetuspalvelut
- Katastrofiapu
- Geologiset tutkimukset ja arvioinnit
- Kuvaus ja kartoitus
- Media- ja TV-tuotanto
- Sähkö- ja putkilinjojen valvonta
- Rakennusten tarkastus ja mittaus
- Liikenteen valvonta.

Julkisen turvallisuus- ja pelastuspuolen sovelluksia ovat:

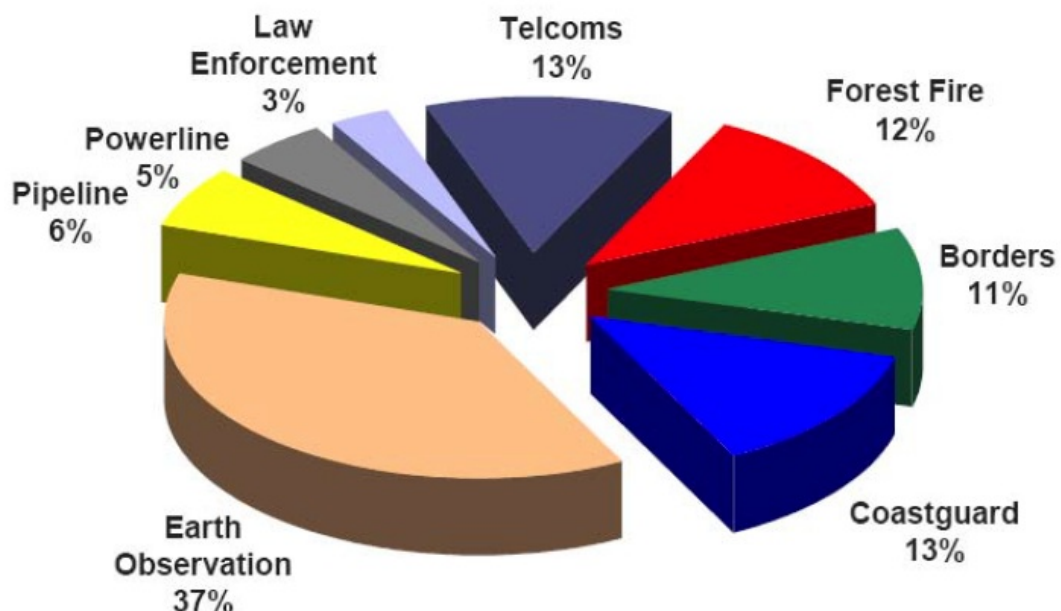
- Poliisi, palo- ja pelastuspalvelut
- Rannikkovartiosto
- Valvonta.

UAV-laitteita on käytetty menestyksekkäästi apuna suurien katastrofien selvittämisessä. Fukushima ydinvoimalaonnettomuudessa käytettiin apuna miehittämätöntä lentokonetta selvittäessä kokonaiskuvaa voimalan tilasta. Infrapunakameralla saatiin

tietoa lämpötiloista voimalan sisällä ja tarkalla kuvamateriaalilla voitiin hahmottaa kokonaiskuvaa ja selvittää pelastustoimien kohdentamista. [4]

UAV-teollisuus on nopeimmin kasvava osa kansainvälisessä lentoteollisuudessa. Siviilipuoli ja sen sovellukset ovat nopeasti kasvamassa tuottoisaksi lentoteollisuuden markkinaksi. Kehittyneiden hyötykuormien ja alijärjestelmien markkinat ovat tulevaisuuden markkinoiden keskiössä, samoin kuin koulutus- ja tukitoimintamahdollisuuksien paketointi kaupallisiin tarkoituksiin. Siviilipuolelle muodostuu nykyistä suurempi tarjonta erilaisia UAV-järjestelmiä, koska sotilaspuolesta poiketen siviilipuolella on suurempi kirjo hyvin erityyppisiä sovelluksia, jolloin tarvitaan erityyppistä kalustoa eri sovelluksille. Se lisää UAV-järjestelmien tuottajien määrää. Lisäksi markkinoille tulevat uudet UAV-järjestelmien käyttäjät vaativat enemmän kuin teknologian uranuurtajat, jotka vielä sietivät uuden teknologian tuomia ongelmia. Uudet käyttäjät ovat hintatietoisempia ja vaativampia luotettavuuden suhteen. Lisäarvon luomisen näkökulmasta ei tulisi keskittyä teknologian kyvykkyyteen ja mahdollisuuksiin, vaan teknologisiin sovelluksiin, joita voisi tarjota potentiaalisille asiakkaille. [5]

Euroopan tulevaa UAV-toimintaa arvioivassa raportissa on arvioitu kaupallisen puolen ja siviilipuolen sovellusten markkinajakaumaa (kuvassa 2) eri sovelluskohteiden välillä. Siihen on otettu kahdeksan eri sovellusaluetta ja niiden kehitysnäkymät aikavälillä 2006 - 2015. Ylivoimaisesti suurin markkinaosuus on erilaisia kaukokartoitusmenetelmiä yhdistävällä sovellusalueella. Se sisältää monia sovelluksia kuten kartoitus, kiinteistöjen kuvaus ja valvonta. [6]



Kuva 2. Ennustetut markkinaosuudet siviili- ja kaupallisen puolen UAV-markkinoilla aikavälillä 2006-2015. [6]

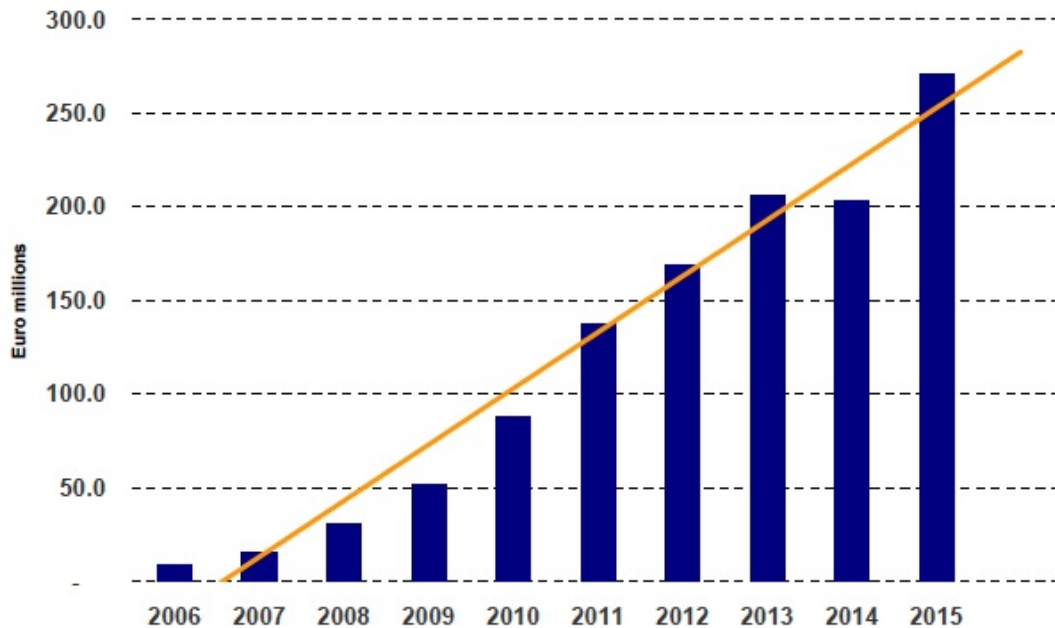
UAV-teollisuus tulee koostumaan joukosta pieniä yrityksiä, mikä poikkeaa perinteisestä lentoteollisuuden rakenteesta, jossa valmistus on keskittynyt muutamalle isolle monikansalliselle yritykselle. UAV-toiminnan ympärille kehittyvä liiketoiminta tulee olemaan monipuolista. Kirjava valikoima erilaisia tuotteita ja palveluita mahdollistaa suuren määrän pienyrityksiä ja palveluyrityksiä, jotka tuottavat osaamista erilaisille alan toimijoille. [7]

Markkinatutkimusanalyyseissä on selvinnyt, että UAV-laivastojen lisääntyessä muodostuu yhä laajeneva tila erilaisille palveluille, kuten koulutuspalveluille, tuki- ja huoltotoiminnalle sekä datan käsittelylle. Tämän tarpeen täyttäminen avaa mahdollisuuksia lukuisille uusille yrityksille. [8]

UAV-järjestelmät ovat vielä suurimmalta osin sotilaspuolen käytössä. Koko maailmanlaajuiset UAV-menot, joihin otetaan mukaan tutkimus- ja kehitystyö sekä hankintamenot, on nykyisin noin 5,9 miljardia dollaria. Kasvu jatkuu nopeana, koska seuraavan kymmenen vuoden kuluessa sen ennustetaan yli kaksinkertaistuvan. Summat ovat vieläkin suurempia, jos mukaan lasketaan operointi- ja huoltotoiminta. Teal Group ennustaa, että siviilisovellukset tulevat hiljalleen yleistymään seuraavan vuosikymmenen aikana. Niiden kasvu alkaa valvontaa hoitavista valtiollisista organisaatioista, kuten rannikkovartioston ja rajavalvonnan sekä kansallisen turvallisuuden tarpeista. Kaupallinen ei-valtiollinen toiminta kasvaa paljon hitaammin. [9]

Lentoteollisuusyritys Alenia Aeronautican tekemän tutkimuksen mukaan lupaavimmat siviilipuolen sovellukset Euroopassa ovat rannikkovalvonta sekä metsäpalojen ja ympäristön valvonta. Yhdysvalloissa kaupallisen puolen ja siviilipuolen ennustetaan kasvavan 20-30 % vuosittain ja saavuttavan vuonna 2016 270 miljoonan dollarin liikevaihdon. Euroopan markkinoiden ei odoteta juuri kasvavan ennen kuin ilmatilaan on UAV-laitteilla vapaampi pääsy. Aluksi monet kaupallisen ja siviilipuolen sovellukset toteutetaan olemassaolevilla sotilaspuolelle suunnitelluilla koneilla. Pienemmille UAV-laitteille odotetaan suurempaa kysyntää vuoden 2015 jälkeen. [10]

Kaupallinen UAV-toiminta on vielä vähäistä ja sen kasvun ennustaminen vaikeaa. Kuvassa 3 on ennuste eurooppalaisten kaupallisen- ja siviilipuolen UAV-markkinoiden kehittymisestä. Kuva sisältää sekä palveluiden että laitteiden myynnin kehittymisen. Kuva on tehty aiemmin esitetyn markkinajakauman esittämien alojen pohjalta (kuva 2). Kasvuennuste on laadittu sillä oletuksella, että lainsäädäntö olisi muuttunut UAV-toimintaa tukevaksi vuosien 2009 - 2010 aikana. Tähän ei ole vielä kuitenkaan päästy ja näin ollen markkinoiden suurimmat kasvuvuodet siirtyvät ainakin muutamalla vuodella eteenpäin.



Kuva 3. Siviilipuolen ja kaupallisen puolen UAV-markkinat Euroopassa. [6]

2.1.1 Markkina-alueiden hyödyt, rajoitteet ja haasteet

UAV-markkinoiden kasvuun ja kehittämiseen liittyy monia kysymyksiä. Aiemmin esitetyltä kahdeksalta toimialalta (kuva 2) on poimittu yleiset kysyntään vaikuttavat tuotteiden ja palveluiden tarjoamat hyödyt, rajoitteet ja haasteet: [6]

- Hyödyt ja mahdollisuudet: Kustannusetu, edellytykset monenlaisiin tehtäviin, uudet sovellusmahdollisuudet ja teknologian kypsyminen
- Rajoitteet: Investointien puute, UAV-järjestelmän yhdistäminen ilmatilaan ja valmistajien kiinnostuksen puute
- Haasteet: Tietoisuuden kasvattaminen, markkinointi, räätälöinti ja elinkelpoisen liiketoimintamallin luominen

Kustannusten minimointi on tärkeää kaupallisessa toiminnassa. UAV-laitteilla saavutetaan suuri kustannushyöty miehitettyihin lentolaitteisiin verrattuna. Kustannussäästöjä syntyy kaluston hankinnassa, henkilö- ja huoltokuluissa sekä polttoaineessa. UAV-laitteilla on potentiaalia toteuttaa monia tehtäviä, joita miehitetyillä ilma-aluksilla ei voida suorittaa. Niillä voidaan suorittaa tehtäviä, joissa ihmishenki olisi vaarassa rasituksen tai ulkoisen uhan takia. UAV-laitteilla voi lentää erilaisten sensorien ja pimeännäkölaitteiden avulla pimeässä ja sumussa nähden silti ympäröivän maaston. Pienet UAV-laitteet voidaan lähettää ilmaan kädestä ja ne pystyvät lentämään paikoissa, joihin miehitetyillä ilma-aluksilla ei ole asiaa. UAV-laitteet tarjoavat aivan uusia mahdollisuuksia sovelluksille, joita ei ole ennen ollut, tai joita ei ole ollut kannattavaa toteuttaa. Vaikka laitteet kehittyvät jatkuvasti, ei voida silti puhua uudesta teknologiasta. UAV-teknologia on ollut käytössä kymmeniä vuosia, joten voi jo puhua kypsästä teknologiasta, joka on todistanut pystyvyytensä. Alalla on kuitenkin vielä merkittävä puute, joka täytyy ratkaista. Se on muiden lentävien alusten havainnointi, mikä vaaditaan siihen, että operointi valvotussa ilmatilassa olisi mahdollista.

Kaupallista UAV-toimintaa vaivaa investointien puute, mikä heikentää alan kehittymistä. UAV-valmistajilla on ollut ongelmia saada rahoitusta kaupalliseen siviilikäyttöön soveltuvien laitteiden kehittämiseen. Syynä on rahoittajien tietämättömyys mahdollisuuksista ja potentiaalista sekä laitevalmistajien epäonnistumiset liittää erilaisia järjestelmiä siviilisovelluksiin. Nämä kaikki ovat osaltaan vähentäneet yksityisen ja julkisen puolen halukkuutta investoida teknologian kehittämiseen. UAV-järjestelmän yhdistäminen ilmatilaan muiden ilma-alusten kanssa on vielä suuri ongelma. Se rajoittaa suuresti nykyisiä UAV-markkinoita ja vähentää loppukäyttäjien investointihalukkuutta. Suuret valmistajat eivät ole kovin kiinnostuneita pienistä ja hajanaisista kaupallisista markkinoista. Sotilaspuolella liikkuu suuremmat summat ja toiminta on vakaampaa. Toisaalta suurten yritysten haluttomuus toimintaa kohtaan luo hyvät menestysmahdollisuudet pienille, dynaamisille ja joustaville yrityksille.

Haasteena on UAV-tietoisuuden kasvattaminen. Laitteiden kaupallisen leviämisen kannalta loppukäyttäjät tulisi saada tietoiseksi ja luottavaiseksi uutta teknologiaa kohtaan. Keskeistä on luottamuksen luominen laitteiden potentiaalin ja luotettavuuden suhteen. Markkinointityöllä saatetaan potentiaaliset asiakkaat tietoiseksi palveluista. Aktiivinen myyinnedistäminen ja asiakkaiden etsintä sekä laitteiden ja sovellusten potentiaalin ja säästöjen merkityksen korostaminen auttavat tunnettavuuden lisäämisessä. Pienille yrityksille markkinointi voi olla hyvin haastavaa osaamisen ja resurssien puuttuessa. Palveluiden suuntaaminen liian kapealle alueelle johtaa siihen, että menetetään mahdollisuus räätälöidä palveluita asiakkaiden tarpeiden mukaan. Tarpeeksi yleispätevä UAV-järjestelmä mahdollistaa palveluiden räätälöinnin ja kaluston mukauttamisen tehtävien mukaan.

Suuri epävarmuus vallitsee siitä, mikä olisi paras liiketoimintamalli, jolla hyödynnettäisiin edessä avautuvat markkinat. Vaihtoehtoina on keskittyä pelkästään UAV-järjestelmien myyntiin, palveluiden tarjoamiseen tai laaja-alaisesti myynnin jälkeisen tuen tarjoamiseen. Yksi malli olisi palveluun perustuva, jossa peritään asiakkaalta maksu käytön mukaan, joka poistaisi asiakkaalta taloudellisen riskin ja operatiivisen toiminnan aiheuttavan epävarmuuden.

2.2 Yrityksen palveluaste

Palveluntarjonta voi olla eritasoista erityyppisillä yrityksillä riippuen siitä, mikä on yrityksen ydinliiketoiminta-alue. Yritysten tarjoamat palvelut voidaan jakaa viiteen luokkaan palveluasteen mukaan: [11]

- 1) Fyysiset tuotteet. Yritys keskittyy vain tuotteiden valmistukseen.
- 2) Fyysiset tuotteet ja lisäpalvelu. Yritys valmistaa pääasiassa tuotteita, mutta tarjoaa myös hieman aineettomia palveluita.
- 3) Hybridi-malli. Tuotteiden ja palveluiden tuottaminen on yritykselle yhtä tärkeää.
- 4) Palvelumalli tuotteilla. Yritys keskittyy palveluun, mutta tuottaa myös fyysisiä tuotteita.
- 5) Puhdas palvelu. Yritys keskittyy täysin palveluiden tuottoon.

UAV-laitteisiin liittyviä valmistajia, jälleenmyyjiä ja operoijia on maailmalla suuri määrä ja tuotettuja palveluita paljon. UAV-järjestelmiin liittyvät toimijat ja palveluiden

tarjoajat voidaan jakaa eri luokkiin näiden periaatteiden mukaan. Tähän perehdytään tarkemmin luvussa 4.

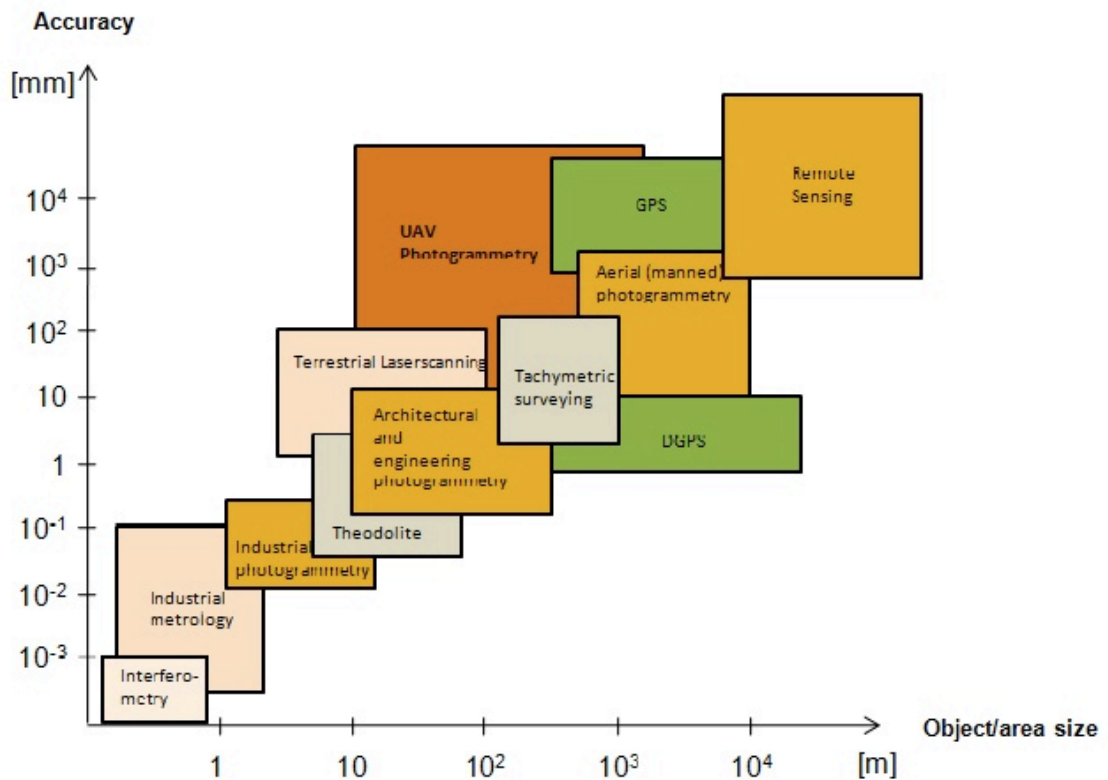
2.3 Kehitystyö

UAV-järjestelmien kehitystyötä tapahtuu jatkuvasti ympäri maailmaa. UAV-laitteita käytetään alustana tutkittaessa erilaisia hyötykuormia ja niiden toimintaa käytännössä. Ilmastonmuutoksesta puhutaan paljon ja siihen liittyvää tutkimustyötä tehdään runsaasti myös miehittämättömien ilma-alusten avulla. Ilmastonmuutokseen liittyvät päästöjen rajoitukset ja ilmastontilan seuranta ovat jo nyt tärkeässä asemassa ja niiden merkityksen voi ennustaa kasvavan päästörajoitusten kiristyessä ja erilaisten päästörajojen rikkomisesta seuraavien sanktioiden yleistyessä.

3 UAV-laitteiden hyötykuormia

UAV-laitteella itsellään ei juuri ole kaupallista hyötyä, vaan lentolaitteeseen sijoitettava hyötykuorma tuo sen hyötyarvon. Hyötykuorma valitaan käyttötarkoituksen ja UAV-laitteen asettamien rajojen mukaan. Rajoituksena on yleensä hyötykuormalle asetettu maksimi massa, jonka UAV-laite jaksaa kuljettaa. Siviilikäytössä UAV-laitteiden hyötykuormalla tarkoitetaan yleensä kamera- ja mittalaitteita, joilla voidaan kuvata tai mitata haluttua dataa maanpinnasta tai ilmast. Viimevuosina optisten kameralaitteiden koko on pienentynyt huomattavasti ja ominaisuudet ovat parantuneet, jolloin niiden hyödyntäminen kevyissä UAV-laitteissa on helpottunut. Tässä luvussa keskitytään optisiin mittalaitteisiin, joiden hyödyntäminen tarjoaa suuren valikoiman hyötysovelluksia ja joiden hyödyntäminen nähdään kannattavaksi.

Kaukokartoituksen tarkoitus on kerätä tietoa kohteesta koskematta siihen. Tähän tarkoitukseen soveltuvia mittausten menetelmiä ja kuvauslaitteita on runsaasti käytössä. Kuva 4 havainnollistaa UAV-laitteista tapahtuvan kuvauksen eroja muihin kaukokartoitusmenetelmiin ja niiden tarkkuuteen. Pystyakseli ilmaisee mittaustavan tarkkuutta vaakaa-akselin esittäessä kuvattavan alueen pinta-alaa. Suurimman alueen kattavat satelliittista tehtävät kaukokartoitukset, mutta niiden tarkkuus ei ole samaa tasoa kuin UAV-laitteista kuvattaessa. UAV-laitteista kuvaamalla saavutetaan suhteellisen suuri pinta-ala hyvällä tarkkuudella. Satelliittikuvien haittana UAV-kuvaukseen verrattuna on pilvipöly esiintyminen, satelliitin rajallinen aika kohteen yläpuolella ja kuvien saaminen käyttöön viiveellä. Lähempää maata otetut kuvat ovat tarkempia ja edullisempia kuin avaruudesta otetut.

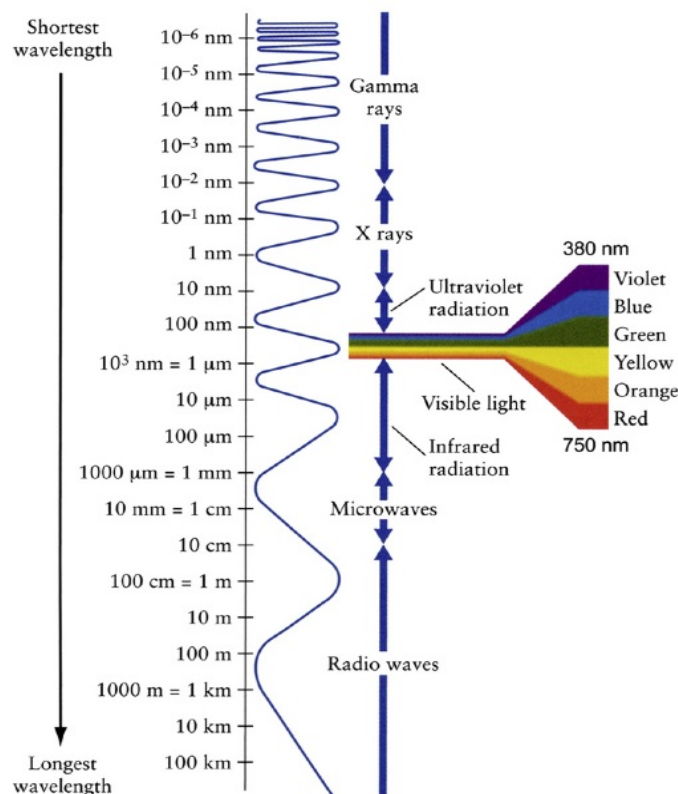


Kuva 4. Kaukokartoituksen soveltuvien mittaustapojen tarkkuus suhteessa kuvattavan alueen kokoon. [12]

Usein on järkevää asentaa samalle alustalle useita erilaisia hyötykuormia, jotka tukevat kyseistä toimintaa. Esimerkiksi etsintäkäytössä eri kameralaitteet tukevat toisiaan. Digitaalikamera hoitaa tehtävänsä selkeällä ilmalla hyvin, mutta sumuisella säällä kuvaaminen muuttuu mahdottomaksi, jolloin voidaan ottaa käyttöön lähi-infrapuna-alueen kamera, joka voi nähdä sumuverhon läpi. Pimeässä kuvausvastuu siirtyy enemmän lämpösäteilyn havainnointiin tähän erikoistuneella laitteella.

3.1 Sähkö-optiset laitteet

Sähkö-optiset (Electro-optical, EO) laitteet kattavat säteilyn ultravioletti-alueesta infrapuna-alueen pitkille aallonpituuksille asti. Miehittämättömissä ilma-aluksissa hyödynnetyt EO-laitteet hyödyntävät perinteisesti vain pienen alueen sähkömagneettisesta säteilystä. Sähkömagneettisen säteilyn spektri (kuva 5) osoittaa, kuinka pienen osan säteilystä ihmisilmä havaitsee aallonpituusalueelta 380-750 nm. Teknisten apuvälineiden avulla on mahdollista laajentaa ihmisen havainnointia. Näkyvän valon alueen lisäksi erityisesti infrapuna-alueen käyttö tarjoaa paljon mahdollisuuksia havainnointiin ja kuvaamiseen ilmasta.



Kuva 5. Elektromagneettisen säteilyn spektri. [13]

EO-ilmaisimet vastaanottavat kohteiden emittoimaa ja heijastamaa säteilyä. Ilmaisimien muuttama tulevan säteilyn sähköiseksi vasteeksi, jota käytetään kuvan muodostamisessa. EO-laitteet käsittävät näkyvän valon kameralaitteet, laserit sekä UV-alueen ja infrapuna-alueen laitteet.

UAV-laitteissa yleisesti käytettävät EO-kamerat vastaanottavat säteilyä ultravioletti-alueella, näkyvän valon alueella ja infrapuna-alueella. Eri aallonpituuksien rajat eivät

ole täysin vakioita, vaan voivat vaihdella hieman lähteestä riippuen. Taulukkoon 1 on koottu säteilyn eri aallonpituusalueita.

Taulukko 1. Elektromagneettisen säteilyn aallonpituuksia.

Säteilytyyppi	Aallonpituus [μm]
UV (Ultraviolet)	0,2-0,4
Näkyvä valo	0,4-0,7
NIR (Near Infrared)	0,7-1,0
SWIR (Short Wavelength Infrared)	1,0-2,7
MWIR (Mid Wavelength Infrared)	2,7-6,2
LWIR (Long Wavelength Infrared)	6,2-15,0

3.1.1 Digitaalikamerat

Näkyvän valon digitaalikamerat ovat käytössä melkein kaikissa UAV-sovelluksissa, joko kuvaamassa kohdetta tai itse UAV-laitteen lentoa. Digitaalikameroiden käyttötarkoitus voi olla pääkäyttöä tukeva, jolloin tuotettavan kuvan laadun ei tarvitse olla erityisen tarkka. Digitaalikamera voi myös olla pääasiallinen hyötykuorma tuotettaessa esimerkiksi perinteisiä ilmakuvia, jolloin kuvanlaatu on hyvin ratkaisevassa asemassa. Näkyvän valon alueen kameroissa käytetään joko CMOS- tai CCD-ilmaisimia. Ne perustuvat puolijohdetekniikkaan, jossa ilmaisimeen tulevien fotonien määrä on verrannollinen varauksen muodostamaan vasteeseen. Ne ovat myös herkkiä NIR-alueen aallonpituuksille, mutta yleensä infrapuna-aluetta suodatetaan pois. CCD-ilmaisimet suunnitellaan yleensä jotain tiettyä käyttötarkoitusta varten, jolloin vaadittavat ominaisuudet ovat jo valmistettaessa tiedossa. CMOS-ilmaisimet valmistetaan enemmän yleiskäyttöä varten, jolloin niitä voidaan käyttää hyvin monipuolisesti erilaisissa kameroissa. CMOS-ilmaisimessa voi olla integroituna kuvankäsittelyyn liittyviä piirejä, jolloin sen tehontarve ja fyysinen koko on pienempi kuin CCD-ilmaisimella varustetuissa kameroissa. Kuvanlaadullisia eroja eri tekniikoiden välillä ei yleisessä käytössä huomaa, mutta vaativissa sovelluksissa tiettyä tarkoitusta varten suunniteltu, CCD-ilmaisimella varustettu kamera voi tarjota paremman kuvanlaadun.

3.1.2 Infrapunakamerat

Jokainen kappale ja elävä olento emittoi infrapunasäteilyä, joka on näkymätöntä ihmissilmälle, mutta voidaan oikeilla laitteilla saattaa havaittavaan muotoon. Infrapuna-alueesta on paljon hyötyä ilmasovelluksissa, esimerkiksi UAV-laitteiden pystyessä kuvaamaan pimeällä tai sumuisella ilmalla. Infrapuna-alueen laajuudesta johtuen ei ole ilmaisinta, joka mittaisi hyvin koko aluetta, vaan eri aallonpituusalueille täytyy olla omanlaisensa ilmaisimien aallonpituuden ja käyttötarkoituksen mukaan.

Infrapuna-ilmaisimet voidaan jakaa kahteen ryhmään: lämpöilmaisimiin ja fotonilmaisimiin. Lämpöilmaisimissa lämpösäteily osuu ilmaisimeen, jolloin ilmaisimen lämpötila kohoaa ja se aiheuttaa lämpötilasta riippuvaisen sähköisen vasteen. Lämpöilmaisimien tarjoaa leveän taajuuskaistan, eikä se tarvitse ulkopuolista jäähdytystä, mutta vasteaika on hidas. Fotoni-ilmaisimien perustuu puolijohdetekniikkaan, joka absorboi fotonin tietyllä kapealla taajuuskaistalla. Fotoni-ilmaisimien vasteaika on nopea, mutta herkkyys riippuu aallonpituudesta eli ne toimivat tehokkaasti vain kapealla kaistalla.

Infrapuna-alueen säteilyllä on vain vähän energiaa verrattuna näkyvän valon säteilyyn. Lähi-infrapuna-alueen yläpuolisilla aallonpituuksilla kameroissa tarvitaan jäähdytystä, mikäli halutaan saada hyvä erotuskyky ja herkkyys. Jäähdytyksen perusteella lämpökamerat voidaan jakaa jäähdytettyihin ja jäähdyttämättömiin. Jäähdytetyillä malleilla saavutetaan tarkempi erottelukyky ja suurempi herkkyys, mutta ne ovat suurempia ja kalliimpia kuin jäähdyttämättömät mallit. Jäähdyttämättömät laitteet ovat usein soveltuvampia pienempiin ilma-aluksiin.

Passiiviseksi infrapunalaitteiksi kutsutaan laitteita, jotka eivät tuota valoa. Passiiviset laitteet vastaanottavat vain ulkopuolista säteilyä, joka voi olla kohteen emittoimaa tai ympäristöstä heijastuvaa säteilyä. Valoa lähettäviä infrapunalaitteita kutsutaan aktiivisiksi laitteiksi. Ne tuottavat itse valoa, jonka takaisin heijastuva säteily mitataan ja saadaan näin muodostettua kuva kohteesta. Passiivisella laitteella ei voida kuvata täysin pimeässä, missä vaaditaan omaa valon tuottoa.

MWIR- ja LWIR-aallonpituusalueiden tuottamat lämpökuvat perustuvat kaikkien elävien ja elottomien kohteiden tuottamaan lämpösäteilyyn. Lämpösäteilyä tuottavat kaikki absoluuttisen nollapisteen yläpuolella olevat kohteet. Ihminen tuottaa lämpösäteilymaksimin aallonpituudella 9350 nm, minkä vuoksi ihmisten havainnointiin soveltuvien lämpökameroiden aallonpituuskaista on LWIR-alueella. [13]

UAV-järjestelmään liitettävillä infrapunakameroilla voidaan kuvata yksittäisiä kuvia tai videokuvaa. Nykyaikaisilla kameroilla saadaan HD-tasoisista videokuvaa, jota voidaan hyödyntää moniin tarkoituksiin.

Lähi-infrapuna-alueen kamerat sopivat hyvin päivänvaloon, jossa on näkyvyyttä häiritsevänä tekijänä sumua, pölyä tai savua. Infrapuna-alueen yläpää sopii etsittäessä lämmönlähdettä, kuten kadonneita henkilöitä, ajoneuvoja tai eläimiä. Lähi-infrapuna-alueen yhdistäminen LWIR-alueeseen mahdollistaa kohteiden tarkemman havainnoinnin. Kohde voidaan tunnistaa esimerkiksi kasvopiiirteiden perusteella. [14]

3.1.3 Monispektrikamerat

Monispektrikameroissa voi olla esimerkiksi 6 eri kanavaa. Jokaisen kanavan sensorit mittaavat tiettyä aallonpituuskaistaa ja näin voidaan samaan aikaan ottaa hyvin erilaisia kuvia. Monispektrikamerat kuvaavat näkyvän valon ja lähi-infrapuna-alueen aallonpituuksia. Ominaisuuksia voidaan säätää omien käyttötarkoitusten mukaiseksi vaihdettavissa olevilla suotimilla ja optiikalla. Monispektrikamerat ovat huomattavasti arvokkaampia kuin perinteisemmät kamerat, mutta tarjoavat muunneltavan ja monipuolisen alustan vaativille kuvauksille. Monispektrikamerat ovat yleensä kehitetty maatalouden tai metsänhoidon tehostamiseen ja niillä mitataan usein kasvillisuuden kasvun kehitystä ja biomassaa. Vaikka monispektrikamerat ovat kalliimpia kuin

perinteiset yksikanavaiset kamerat, kustannussäästöjä syntyy pidemmän ajan kuluessa, koska lentoja tarvitsee tehdä vähemmän. Monispektrikamerat ovat perinteisesti olleet käytössä miehittyissä lentokoneissa, mutta uudemmat mallit on saatu jo niin pieniksi, että käyttö kevyissä miehittämättömissä ilma-aluksissa on mahdollista. Taulukossa 2 on erilaisia infrapuna-alueen kameroita eri aallonpituusalueille. Kaksi ensimmäistä soveltuvat aallonpituusalueen perusteella ihmisten ja eläinten havainnointiin. Kaksi viimeistä toimivat näkyvän valon yläpäässä ja lähi-infrapuna-alueella, jolloin ne soveltuvat hyvin esim. kasvillisuuden tutkimukseen.

Taulukko 2. IR-kameroita [15, 16, 17]

Valmistaja	L-3 Communi- cations	Flir	Tetracam	Tetracam
Malli	Thermal-eye 4500	PathFindIR	ADC Lite	Mini MCA 6- kanavainen
Paino [g]	108 (ilman optiikkaa)	360	200	700
Aallonpituus [μm]	7-14	8-14	0,52-0,92	0,45-1,05
Resoluutio [Pikselit]	320 x 240	320 x 240	3,2 M	1,3 M
Kennon tyyppi	FPA	FPA	CMOS	CMOS
Jännite [V]	8...32	9...16	-5...12	12
Teho [W]	2 (12 V)	2 (5 lämmi- tyksellä)		
Video ulos	NTSC, PAL	PAL	NTSC, PAL	NTSC, PAL
NTSC	640x480			
PAL	768x574			
Dataliitäntä	USB 2.0		USB 1,1	USB 1,1
Toimintaläm- pötila [°C]	-20...85	-40...80		
Hinta [€]	3560	2260	3795	14995

3.1.4 Lasermittaus

Ilmasta tapahtuva lasermittaus perustuu etäisyyden mittaamiseen. Laserpulssi lähetetään kohti maata, josta pulssi heijastuu takaisin laitteeseen, jossa heijastuneen säteilyn viive mitataan. Valonsäde kulkee vakionopeudella väliaineessa, jolloin saadaan mitattua tarkka etäisyys kohteesta.

Laserkeilaus on tehokas tapa muodostaa 3D-kuvaa laajoista alueista. Laserkeilauksessa lasersädettä liikutetaan kohteen yli, jolloin lasersäde mittaa suuren määrän pisteitä, joista muodostetaan pisteverkko kuvan muodostamiseksi.

Ilmasta maahan mittaavien laserkeilaimien aallonpituus on välillä 800-1550 nm [18]. Aallonpituus tulee ottaa huomioon kohdetta mitattaessa. Esimerkiksi vesi absorboi tehokkaasti säteilyä, joka on lähellä näkyvän valon aluetta, kun taas lunta tai jäätä mitattaessa ei tulisi käyttää aallonpituusalueen yläpäättä. [19]

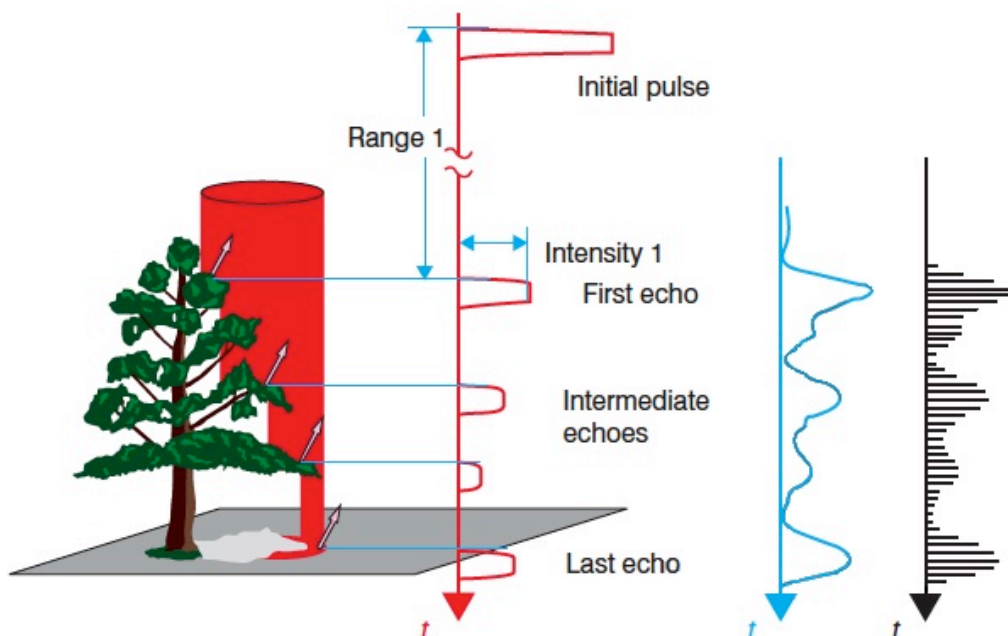
Taulukko 3. Erilaisia laserskeilaimia. [20, 21]

Valmistaja	RIEGL LMS-Q160	RIEGL LMS-Q240i	IGI LiteMapper 2400
Allonpituus [nm]	Lähi-infrapuna	Lähi-infrapuna	905
Suurin mittauasetäisyys [m]			
Sähköjohtimet	60		
Tasaiset kohteet	200	320	650
Tarkkuus [mm]	20	20	20
Keilauskulma [°]	± 40	± 40	± 40
Pyörimisnopeus [1/s]	5-60	6-80	5-60
Pulssitaajuus [1/s]	10000	10000	10000
Liitäntä	TCP/IP Ethernet	TCP/IP Ethernet	
Jännite [VDC]	18-32	18-32	28
Virran kulutus [A]	2 (24V)	1,8 (24V)	
Lämpötila-alue [°C]	-10...+50	-10...+50	
Paino [kg]	4,6	7	7
Mitat [mm]	Ø 170 x 350	Ø 180 x 374	Ø 180 x 374
Kotelon suojausluokka	IP 54	IP 64	

Lasermittauksissa tulee myös aina huomioida turvallisuus, koska ihmissilmä voi vahingoittua voimakkaasta lasersäteestä. Kuvauksissa tulee huomioida myös läheiset tiet, joissa on vaarana säteen heijastuminen autojen peileistä ja ikkunoista. Nämä ongelmat vältetään lasereissa käyttämällä luokan 1 laitteita, jotka ovat vaarattomia silmälle. [22]

Laserkeilauksen avulla saadaan suuret määrät korkealaatuista 3D-kuvaa kohtuullisilla kustannuksilla, joten siitä on tullut merkittävä tapa ympäristötieteilijöille kerätä dataa. Kolmiulotteinen kuva muodostetaan käyttäen hyväksi lähetettyä lasersädettä, sen hetkisiä koneen suuntaustietoja ja GPS-koordinaatteja. Koneen suuntaustiedot saadaan IMU-yksiköltä (Inertial Measurement Unit), joka mittaa koneen sen hetkistä suuntaa ja kiihtyvyyksiä. Laserkeilauslaitteet pystyvät lähettämään jopa kymmeniätuhansia pulsseja sekunnissa. Suurempi lähetettyjen pulssien määrä tarkoittaa parempaa mittaustarkkuutta.

Kuva 6 selventää sitä, miten yksi tietyn mittainen laserpulssi voi heijastua useasta kohdasta ja saapua takaisin monessa osassa. Ensimmäinen heijastunut pulssi mittaa sen etäisyyden, mihin säde ensiksi osuu, mikä on metsäntutkimuksen yhteydessä yleensä puiden latvusto tai muu kasvusto. Viimeinen heijastunut pulssi mittaa etäisyyden viimeisestä kohteesta eli maanpinnasta kasvuston alla. Näin saadaan muodostettua kuva kasvuston korkeudesta ja suuntautuneisuudesta. Tällä menetelmällä saadaan kokonaiskuva maastosta. Menetelmää voidaan myös soveltaa pelkän maanpinnan tai latvuston mittaamiseen poistamalla tarvittava osa mittausdataa. Esimerkiksi latvuston muoto ja sijainti saadaan poistamalla datasta kaikki muut heijastukset paitsi ensimmäinen, joka on latvustoon ensimmäisenä osunut ja heijastunut pulssi. [23]



Kuva 6. Lasersäteen heijastuminen [23].

UAV-sovelluksiin tarkoitetut laserkeilauslaitteet käyttävät aallonpituuksia ultraviolettialueelta infrapuna-alueeseen. Kasvillisuutta tutkittaessa käytetään lähi-infrapuna-alueita, jolloin punaisen eri värit saadaan erottumaan.

Perinteisesti lentokoneesta mitattaessa mitattavan alueen tulee olla hyvin suuri, jotta mittaaminen olisi kannattavaa. Niinpä laserkeilaus ei ole ollut kannattavaa pienemmille metsänomistajille. Miehittämättömistä ilma-aluksista tapahtuva laserkeilaus olisi kannattavaa pienempienkin metsäalueiden kartoitukseen.

Laserkeilauksen etuja lähteen [23] mukaan ovat:

- Erittäin nopea tapa kerätä dataa, jossa on x-y,z –koordinaatit, heijastuksen intensiteetti ja digitaalikameralla tallennetut väritiedot mukana.
- Data sisältää paljon tietoa, jota voidaan hyödyntää myöhemmin muihin tutkimuskohteisiin. Nykyisillä menetelmillä voidaan kerätä kattavaa dataa aiheista, joiden tutkiminen ei ole ennen ollut mahdollista.
- Suoraviivainen prosessi nopean ja tarkan maastollisen tiedon hyödyntämiseen.
- Nykyaikaisella tekniikalla kerätty data mahdollistaa näkemisen esteiden taakse, esimerkiksi maanpinta kasvillisuuden alla.

Haittoja:

- Laitteiden ja ohjelmiston hankinta hyvin kallista.
- Ongelmana esimerkiksi heijastus vedestä, jolloin data voi jäädä kokonaan keräämättä, koska sädettä ei saada takaisin.
- Kalibroinnin ongelmat voivat aiheuttaa erottelutarkkuuden heikentymistä tai jopa tyhjiä kohtia kerättyyn dataan.
- Tarkkuuteen vaikuttavat monet syyt, kuten vallitseva säätila ja mahdollisuus tunnistaa vaimea heijastunut pulssi.

3.2 Kamera-alustat

Erityisesti pienoishelikoptereissa kamerat tarvitsevat kamera-alustan (Camera gimbal), johon ne kiinnitetään ja jossa niitä voidaan käänellä haluttuun suuntaan. Alustalle asennettu kamera voi pyöriä jopa kolmen akselin ympäri mahdollistaen kameran suuntauksen haluttuun suuntaan riippumatta lentolaitteen sen hetkisestä asemasta. Alustassa voi myös olla värähtelyjä vähentäviä ratkaisuja, joilla videokuvaa saadaan vakautettua. Alustan rakenne voi olla avonainen tai suljettu. Kiinteäsiipisissä koneissa avoimia ratkaisuja ei voi käyttää aerodynaamisten ominaisuuksien takia, joten niihin sovelluksiin on pienempiä suljettuja kamera-alustoja, joissa kamera on suojarakenteen takana. Avoin malli soveltuu hyvin pienoishelikoptereihin, koska avoimessa mallissa hyötykuorman vaihto onnistuu helposti, rakenne on kevyt ja aerodynaamisia seikkoja ei tarvitse juurikaan miettiä. Toisaalta rakenne on hyvin haavoittuvainen iskuille ja sääolosuhteille, eikä se juurikaan suojaa kameralaitteita. Suljettu malli toimii joka säällä ja on turvattu pienemmiltä iskuilta kuorensa sisään. Suljetussa mallissa hyötykuorman vaihto on vaikeaa tai jopa mahdotonta integroiduissa rakenteissa. Avonainen malli on huomattavasti halvempi ja yksinkertaisen 2-akselisen kamera-alustan saa jo muutamalla sadalla eurolla. Kuvassa 7 on avoin ja suljettu kamera-alusta.



Kuva 7. UAV –helikopterin avoin kamera-alusta ja suljettu kamerakokonaisuus esim. lennokkiin [24]

3.3 Paikkatieto-ohjelmistot

Kerätyllä kaukokartoitusdatalla ei useinkaan ole käyttöä sellaisenaan, vaan se vaatii jonkinlaisen prosessoinnin ennen kuin sitä voidaan kunnolla hyödyntää. Paikkatieto on paikkaan sidottua tietoa, johon voidaan yhdistää tietoa kohteen ominaisuuksista. Esimerkiksi metsäntutkimuksessa GPS-koordinaatti kertoo sijaintitiedon ja puulajitieto kuvaa ominaisuutta. Paikkatietojärjestelmä (GIS) on avainasemassa kaukokartoituksen hyödyntämisessä ja se on yleisnimitys maantieteellistä dataa käyttävälle ohjelmistolle. GIS-järjestelmässä säilytetään, muokataan ja esitetään kerättyä dataa. Järjestelmä koostuu ohjelmista, joilla on oma tehtävänsä käyttötarkoituksen mukaan. Esimerkiksi näyttöohjelmien tarkoitus on esittää data mahdollisimman havainnollisesti. [25]

Yksi iso kaupallinen ohjelmistovalmistaja on Esri, jonka ArcGIS –ohjelmistot ovat käytettävissä työasema-, palvelin- ja mobiiliympäristössä. Pilvipalveluita käyttämällä ohjelmiston ja datan käsittely ei ole paikkaan sidottua, mikä helpottaa työskentelyä paljon liikkumista vaativissa tehtävissä.

4 UAV-palveluiden tuottajat

Tässä luvussa luodaan katsaus maailmalla toimiviin UAV-palveluita tarjoaviin yrityksiin ja potentiaalisiin UAV-järjestelmiin, jotka voisivat toimia pohjana Suomessa hyödynnettäville kaupallisille sovelluksille.

Jaetaan UAV-palveluiden tarjoajat kolmeen luokkaan valmistuksen ja palvelutarjonnan mukaan:

- 1) Laittevalmistajat, jotka tarjoavat käyttövalmista UAV-järjestelmää, mutta eivät juurikaan palveluita.
- 2) Laittevalmistajat, jotka tarjoavat erilaisia palveluita asiakkailleen.
- 3) Operoivat yritykset, jotka keskittyvät tarjoamaan pelkästään palveluita.

Tarkastellaan näiden eri toimijoiden kaupallista palvelutarjontaa ja sovelluksia internetlähteisiin pohjautuen.

4.1 UAV-valmistajat

Laittevalmistajat kehittävät ja valmistavat laitteensa itse. He ovat keskittyneet UAV-lentolaitteiden tai UAV-kokonaisuuksien myyntiin. UAV-lentolaitteen valmistajat myyvät lentovalmiin koneen, johon asiakas voi asentaa mieltymystensä ja tarpeidensa mukaan haluamansa hyötykuorman. Valmiiden kokonaisuuksien myynissä on yleensä kyse lentovalmiista laitteesta, joka on valmis kuvaamaan tai toimimaan sille asetetun funktion mukaan.

4.1.1 CropCam

CropCam on kanadalainen yritys, joka myy pientä ja edullista (7000 USD) UAV-järjestelmää. Ilmaan heitettävä pieni, alle kolme kilogrammaa painava lennokki sisältää digitaalikameran, joka pystyy ottamaan tarkkoja kuvia.

Kohdemarkkinat ovat maanviljelyssä, mutta järjestelmä soveltuu myös metsän tai muun omaisuuden tarkkailuun. Lennokki on varustettu autopilotilla, jolloin se saadaan lentämään tarkasti halutun alueen läpi. Kuvankäsittelyohjelman avulla yksittäisistä kuvista saadaan muodostettua kuvakokonaisuuksia, joita analysoimalla saadaan selville kasvillisuuden tila. Kuvat ovat melkein saman tien käytettävissä ja tarvittaviin toimiin lannoitusten, tuholaistorjunnan yms. suhteen voidaan alkaa nopeasti. Palvelupuolella CropCam tarjoaa asiakkailleen viiden päivän koulutusta UAV-järjestelmän käyttöön. [26]

Yrityksen tarjoama kokonaisuus on hyvin yksinkertainen ja edullinen. Se sopii hyvin pienimuotoiseen ilmakuvaukseen.

4.1.2 UAVFACTORY

Latvialainen UAVFACTORY keskittyy UAV-laitteiden komposiittisten runkojen kehitykseen ja valmistukseen. Yritys valmistaa lentovalmiita Penguin B – komposiittirunkoja sekä asiakkaille mittatilauksena tehtyjä runkoja. Yritys myös kokoaa hankkimistaan komponenteista asiakkaiden toiveiden mukaisia UAV-kokonaisuuksia. Yritys jättää hyötykuorman valitsemisen ja asennuksen asiakkaan hoidettavaksi. [27]

4.1.3 Draganfly

Draganfly on kanadalainen käyttövalmiita UAV-järjestelmiä ja tarvikkeita valmistava yritys. Yritys valmistaa yhtä lennokkia ja neljää erilaista pienoishelikopteria, jotka on suunniteltu digitaali- ja videokuvauksen tarpeisiin. Suurin UAV-laite on vain muutaman kilogramman painoinen, jolloin hyötykuormankin määrä jää luonnollisesti pieneksi. Pieniin UAV-laitteisiin saadaan kuitenkin asennettua jopa pieni järjestelmäkamera, jolloin kuvanlaatu saadaan korkeatasoiseksi. Helikoptereissa kamerat asennetaan rungosta erotetuille kamera-alustoille, jolloin tärinää saadaan vähennettyä. UAV-laitteet ovat lentovalmiita ja ne voidaan varustaa näkyvän valon tai infrapunavalon kameroilla. Yritys järjestää ostajille kahden päivän koulutuksen. [28]

4.2 Palveluita tarjoavat UAV-valmistajat

Laitevalmistajat, jotka tarjoavat palveluita, ovat usein alansa suuria toimijoita. Nämä yritykset myyvät ratkaisuja sekä siviili- että sotilapuolelle ja näillä toimijoilla voi olla erillisiä koulutuskeskuksia ja testialueita asiakkaiden tarpeita varten. Tarjotut palvelut ovat usein kokonaisvaltaisia sisältäen mm. konsultointia, tuotteen toimintaanottoa, valvontaa ja koulutusta. Tällaiset kokonaisratkaisut sopivat suuremmille asiakkaille, jotka ovat usein valtio-omisteisia organisaatioita tai isoja yrityksiä.

Palveluita tarjoavat laitevalmistajat voivat myös itse olla lentotoimintaa harjoittavana osapuolena. Tällöin asiakasyritys ostaa valmiin palvelun haluamallaan ominaisuuksilla tarvitsematta itse osallistua resursseja vievään lentotoimintaan. Nämä palvelut sopivat UAV-palveluita harvemmin tarvitseville tai niille, jotka eivät itse halua sitouttaa resurssejaan lentotoimintaan.

4.2.1 Aeroscout

Sveitsiläinen Aeroscout valmistaa ja tarjoaa palveluita miehittämättömällä helikopterilla. Helikopteri eroaa suurimmasta osasta kilpailijoistaan kokonsa puolesta. Helikopteri on suunnattu suurempien yritysten ja teollisuuden tarpeisiin, minkä johdosta sen fyysinen koko on suuri (MTOW 75 kg). Yritys myy ja vuokraa kokonaisia kopteripaketteja yritysten tarpeiden mukaan. Aeroscout on tehnyt yhteistyötä erilaisissa tutkimushankkeissa ja kerännyt osaamista monista sovelluksista. Mielenkiintoisia kokeiluja on tehty eri hyötykuormilla kuten magneettiskannauksessa, jossa kartoitettiin metallipitoisuuksia maanpinnan alta. Yrityksen pienoishelikopteria, joka on varustettu kameroilla, on käytetty esimerkiksi kartoituksessa, etsinnässä ja kartografiassa. Kopteria on myös käytetty Riegl:n laserkeilaimen kanssa maaston 3D-laserkeilaukseen.

Yritys tarjoaa harjoitus- ja koulutusyhteistyötä yhteistyökumppaniensa kanssa. Koulutus sisältää perusteet UAV-laitteen käytöstä ja operointitehtävien suunnittelusta sekä turvallisuus- ja hätätilannetoimenpiteistä. Usean päivän koulutus antaa valmiudet operoida turvallisesti yrityksen UAV-kopterilla.



Kuva 8. Aeroscout B1-100 pienoishelikopteri laserkeilaimen kanssa. [29]

Aeroscoutin Scout B1-100 kopteri soveltuu hyvin testialustaksi monille sovelluksille korkean hyötykuorman (30 kg) ansiosta. Kopterissa käytetyt mittausmenetelmät ovat hyödynnettävissä myös pienemmissä UAV-helikoptereissa edellyttäen, että hyötykuormana käytetään pieniä laitteita. [29]

4.2.2 Flint Hills Solutions

Yhdysvaltalainen Flint Hills Solutions valmistaa, myy ja tuottaa palveluita kolmella eri kokoluokan pienoishelikopterilla sekä yhdellä lennokilla. Koneiden kokoluokka vaihtelee kahdeksasta seitsemääntoista kiloon. Palvelut ja tuotteet toteutetaan avaimet käteen -periaatteella. Yritys tarjoaa muun muassa seuraavia palveluita

- UAV-järjestelmien tutkimus ja kehitys
- UAV-sensorien integrointi
- Ilmatilan kehitys
- Lentotestaus
- Hyötykuormien testauspalvelut
- Koulutuspalvelut.

UAV-laitteet varustetaan digitaali- ja infrapunakameroilla. Myytävälle UAV-järjestelmille tarjotaan kattava koulutus operoinnista, huollosta ja turvallisuudesta. [30]

4.2.3 V-TOL Aerospace

V-TOL Aerospace on australialainen yritys, joka tuottaa UAV-järjestelmiä sekä tutkimus- ja kehitystyötä. V-TOL Aerospacen päätuotteita ovat kiinteäsiipiset lennokit ja VTOL-laitteet (Vertical Take-Off and Landing). Yrityksen itse valmistamat UAV-laitteet on suunniteltu lyhyelle kantamalle (max. 12 km). Valmistettavat laitteet tehdään samalle pohjalle skaalattavaksi eri kokoihin. Yrityksessä on otettu huomioon Australian

nykyiset ja mahdolliset tulevat ilmailumääräykset, jolloin laitteita on kehitetty niin, että niiden koko on pysynyt pienenä.

Yrityksen tarjoamat palvelut ovat: [31]

- Konsultointipalvelut: Konsultointipalveluita tarjotaan kaikkeen UAV-toimintaan liittyvissä asioissa. Palveluiden päälinjat ovat UAV-järjestelmissä, käyttäjissä ja lakimääräyksissä.
- Koulutus: Yritys järjestää laaja-alaista koulutusta UAV-järjestelmien käyttäjille ja tukitoimintoihin osallistuville. Koulutus hoidetaan yhteistyössä Australian Unmanned System Academyn kanssa, joka on perustettu tukemaan maan kasvavaa kaupallista UAV-toimintaa. Lisäksi yritys avustaa UAV-toimintaan liittyvien henkilöiden valitsemisessa ja kouluttamisessa.
- Tuotekehitys: Sisältää omien tuotteiden lisäksi palvelut yrityksen ulkopuolisille toimijoille. Tuotekehitys voi olla pientä modifikaatiota ja testausta olemassaolevalle UAV-järjestelmälle tai kokonaan uuden UAV-järjestelmän kehitysprojekti.
- Lentopalvelut: Yhtiön omien laitteiden käyttökohteita ovat mm. koulutuskäyttö, omaisuuden tarkastus ja seuranta, kartoitus ja valvontatehtävät.
- Tilat harjoitteluun ja testaukseen.
- Huolto ja tekninen palvelu. Yritys tarjoaa kaikkia UAV-järjestelmään liittyviä huolto- ja tukitoimintoja koko UAV-järjestelmän käyttöiälle.
- Uusien kaupallisten sovellusalueiden tutkimus ja kehitys: Toteutetaan yhdessä eri sidosryhmien kanssa. Tarkoitus on löytää kaupallisesti toteuttamiskelpoisia sovelluskohteita.
- Tukitoiminnot: Käyttöä tukevat toiminnot kuten vakuutukset, ilmailusäännöstön tulkitsemiset ja operatiivisen toiminnan menetelmien dokumentoinnit.

4.2.4 Hawkeye UAV

Uusiseelantilainen Hawkeye UAV:n toiminta keskittyy kolmeen palveluun: kuvankäsittelyyn, UAV-laitteilla operointiin sekä valmistukseen ja huoltoon. Yritys tuottaa UAV-kaluston avulla pintamalleja, joista pistekoordinaattien avulla saadaan kolmiulotteisia malleja. Lisäksi se tuottaa paikkatietopalveluita sekä ortokuvia, joissa maan pinnalta poistetaan epätasaisuuksien aiheuttamat vääristymät, jolloin kuva muistuttaa perinteistä karttakuvaa. Yritys valmistaa RQ-84Z lennokkia, jolla se operoi ja jota se myy. Yksi asiakkaista on operointiin keskittynyt yritys Accuas. [32]

4.2.5 Micro Drones UK

Micro Drones UAV (UK) on englantilainen yritys, joka myy ja vuokraa UAV-laitteita ja tarjoaa niihin tukitoimintoja. Micro Drones käyttää nelimoottorisia quadrokoptereita. Koptereiden hyötykuorman määrä on pieni (max. 0,6 - 1,2 kg.), mutta niillä voidaan toteuttaa monipuolisia tehtäviä pienestä koosta huolimatta. Hyödynnettäviin laitteisiin kuuluvat teräväpiirtotarkkuuden videokamera, digitaalikamera, infrapunakamera ja ilmanlaadun mittalaitteet. Koptereissa voi myös käyttää mittatilaustyönä tehtyjä erikoismittalaitteita. Quadrokopterien hyödyntämiselle ja yrityksen palveluille on ollut kysyntää, koska yritys on pystynyt tarjoamaan palveluitaan monille yhteiskunnan aloille ja sovellusalueille, kuten

- Pelastuspalvelut
- Ilmakuvaus
- Öljy- ja kaasutarkastukset laitoksiin
- Media ja TV-lähetykset
- Viranomais- ja sotilaskäyttö.

Asiakkaat voivat vuokrata UAV-laitteita Micro Dronesilta, jolloin investoiminen omiin UAV-laitteisiin ei ole välttämätöntä. Asiakkaille tarjotaan myös tukitoimintoja, kuten puhelinpalvelua, suunnitelmia, riskianalyyysien tekoa sekä kerätyn datan analysointia ja muokkausta. [33]

4.3 UAV-laitteita operoivat yritykset

Operoivilla yrityksillä ei ole omaa laitevalmistusta, vaan he ostavat kaluston ulkopuolisilta tahoilta. Operoivat yritykset ovat yleensä pieniä, tietylle alueelle suuntautuneita yrityksiä, joilla on oman erityisalansa osaamista, jossa käytetään tietyn tyyppistä kalustoa. Esimerkiksi ilmakuvaukseen erikoistuneet yritykset operoivat useimmiten pienoishelikoptereilla, jotka sopivat hyvin kaupunkoihin ja ovat helposti hallittavissa ahtaissa paikoissa. Lisäksi helikopterit voivat olla ainoa järkevä mahdollisuus operointiin silloin, kun UAV-laitteen tulee pysyä lentäjän näköpiirissä.

4.3.1 Accuas

Kanadalainen Accuas tuottaa kaukokartoituspalveluita. Lentotoiminnan lisäksi he tarjoavat kerätyn datan jälkikäsitteily- ja analysointipalveluja. Kerätystä aineistosta muodostetaan tietokoneohjelmien avulla korkealaatuisia karttakuvia, topografiadataa, 3D-malleja ja kasvillisuuden seurantapalveluita. Kasvillisuuden kuvaamisessa käytetään lähi-infrapuna-alueen kameraa, jonka kuvista muokataan lopullinen kokonaisuus tarkempaa arviointia varten. Topografiakartoituksessa mitataan tiheä verkko GPS-pisteitä kuvattavasta alueesta, jolloin saadaan luotua tarkka digitaalinen maastomalli. Asiakkaina on ollut mm. kaivos- ja rakennusteollisuutta sekä ympäristötekniikkaan ja jätteidenhallintaan liittyviä projekteja.

Muihin alan yrityksiin verrattuna Accuas kertoo kiinnittävänsä paljon huomiota turvallisuuteen. Yritys huomioi UAV-järjestelmän käytön turvallisuusnäkökulmia henkilökunnalle ja asiakkaille. Perinteisiä mittausten menetelmiä käyttämällä jalkaudutaan usein maastoon, mikä voi aiheuttaa turvallisuusriskejä erityisesti kaivosten ja muiden vaarallisten alueiden kartoituksessa. UAV-laitetta hyödyntämällä vältetään myös kiipeäminen korkeisiin paikkoihin kaukokartoituksessa tarvittavien tutkimuspisteiden hankkimiseksi. UAV-järjestelmää käyttämällä ei häiritä asiakkaan omia prosesseja tai työntekijöitä ja mittauksista suoriudutaan myös nopeasti. [34]

4.3.2 Danish Aviation Systems

Danish Aviation Systems on tanskalainen yritys, joka myy UAV-ratkaisuja. Yritys toimii jälleenmyyjänä Microdrones -koptereille ja Swinglet CAM -lennokille. Kohdeasiakkaat ovat UAV-helikopterin ja -lennokin käyttäjiä, jotka haluavat avaimet käteen toimituksen tarvitsemalleen sovellukselle. Yritys suunnittelee asiakkaan tarpeita vastaavan kokonaisuuden, ostaa tarvitsemansa laitteet ja kokoaa niistä kokonaisuuksia UAV-järjestelmiä sekä tutkii ja kehittää uusia laitteita myös itse. Asiakkaalle toimitetaan

halutunlainen kokonaisuus, joka on heti toimintavalmis. Yritys on kehittänyt esimerkiksi UHF-lähettimen, joka sopii pieneen kopteriin ja mahdollistaa pitkän toimintasäteen. Yritys kouluttaa asiakkaan henkilöstöä operoimaan lentolaitteella ja sulauttaa sen toiminnan yhteen mahdollisten aiempien UAV-laitteiden kanssa. Kokonaisvaltainen palvelu käsittää myös huollon ja neuvontapalvelun, jolloin asiakas selviää mahdollisista vikatilanteista nopeammin ja helpommin. Yrityksen kautta voi hoitaa myös UAV-laitteiden vakuuttamisen. [35]

4.3.3 Aerial Photography Specialists

Australialainen Aerial photography specialists ei itse valmista myymiään UAV-laitteita, mutta valmistaa niihin lisälaitteita sekä erilaisia välineitä hyötykuormia varten. He myyvät esimerkiksi vakautusjärjestelmää ilmakehäväläystä varten sekä kamera-alustoja erikoisempia kuvauskohteita varten. Yritys tarjoaa ilmakehäväläyksen-, videointi- ja kartoituspalveluita. Operointi tapahtuu pienoishelikopterilla korkeintaan 400 jalan korkeudesta. Palveltavia toimialoja ovat muun muassa:

- Omaisuuden hallinta
- Kiinteistöala
- Maatalous
- Etsintä ja pelastustoimi
- Ympäristön tarkkailu
- Mainos- ja media-ala.

Aerial photography specialists tarjoaa myymilleen UAV-järjestelmille lisäpalveluina huoltoa, koulutusta ja tukipalveluita. [36]

4.3.4 Flycam Oy

Flycam on suomalainen sisällöntuotantoyritys, joka käyttää UAV-helikoptereita ja lennokkeja ilmakehäväläyksen tuotannossa. Yritys yhdistää ammattimaisen ilmakehäväläyksen ja sisällöntuotannon tuottaen uudenlaisia kokonaisratkaisuja. Yritys tarjoaa asiakkaille kuvamateriaalia, aineiston prosessointia sekä visuaalisia käyttöliittymiä ja kokonaisratkaisuja verkkopalveluita. Panoraamakuvista kootaan virtuaalimalleja, jolloin kuvattua aluetta voi katsella virtuaalisesti joka suuntaan. Flycam tuottaa esittelyjä ja sisältöä esimerkiksi matka- ja lomakohteisiin, yrityksille, rakennushankkeisiin ja kaupungeille. Yritys tuottaa myös kartoituspalveluita ja tuottaa ottamistaan kuvista ortokuvia, maastomalleja ja pistepilviä. [37]

Muihin alan yrityksiin verrattuna Flycam on ottanut sisällöntuotannon osaksi palveluitaan. Yritys tuottaa asiakkailleen mm. valmiita internetsivukokonaisuuksia julkaistavaksi.

4.3.5 Mitta

Mitta Oy on suomalainen mittaus-, kartoitus- ja laserkeilaustekniikkaan erikoistunut yritys. Yritys käyttää ilmakehäväläyksen UAV-lennokkia, jonka avulla muodostetaan paikkatietoja, ortokuvia ja 3D-pistepilviä. Käsittelyn avulla datasta saadaan ortokuvamosaiikkeja ja 3D-pintamalleja, joita voidaan käyttää suunnittelun pohjana tai tilavuuksien laskemisessa. Yritys käyttää myös alihankkijoita operointiin sekä kuvaprosessointiin. [38]

4.3.6 Themis

Themis on iso israelilainen UAV-palveluita tuottava yritys. Palvelut jakautuvat avaimet käteen -palveluihin, koulutukseen ja konsultointiin. Yritys toimittaa asiakkaiden tarpeet täyttäviä UAV-järjestelmiä ja koulutusta laitteiden käyttöön. Pienempiä tarpeita varten tarjotaan vuokrausta, joka kattaa UAV-järjestelmän ja henkilökunnan asiakkaan käyttöön. Yrityksen järjestämä koulutus kattaa kaikkea lentämisestä ja UAV-laitteiden teknisestä puolesta datan käsittelyyn asti. Yritys kouluttaa esimerkiksi asiakkaidensa teknistä henkilökuntaa huoltamaan lentokalustoa ja toimimaan teknisenä tukena. Themis hoitaa myös yritysten ulkoistamia UAV-toimintoja, kuten koulutus ja operointipalveluita. Yritys tuottaa mm. karttapalveluita, metsäpalojen havainnointi- ja seurantapalveluita, maatalouden palveluita sekä kriisi- ja katastrofipalveluita. [39]

4.3.7 Blom

Norjalainen Blom on Euroopan johtava maantieteellisen tiedon kerääjä, käsittelijä ja mallintaja yli tuhannella työntekijällä. He toimivat useissa Euroopan maissa ja palvelevat yrityksiä, valtiollisia laitoksia sekä kuluttajia. Heidän liikeideansa perustuu paikkatietojen sekä navigointisovellusten ja tietokantojen ylläpitoon, johon asiakkailta on pääsy.

Yrityksen avainsovelluskohteet UAV-laitteiden hyödyntämisessä ovat:

- Kaivokset ja louhokset
- Kiinteistöt ja omaisuuden valvonta
- Metsien ja ympäristön kartoitus
- Myrskyjen ja tulvien vaikutusten kartoitus.

Muita sovelluskohteita ovat mm. maatalous ja rakennusteollisuus. Yritys tuottaa mm. ortomosaiikkikuvia, pinta- ja maastomalleja, maastoprofiileja ja tilavuustietoja. [40]

4.4 Yhteenveto UAV-toimijoista

Palveluiden tarjoajat operoivat pääasiassa UAV-laitteilla, jotka on varustettu elektro-optisilla laitteilla. Digitaali- ja infrapunakamera on mahdollista asentaa hyvin pieneen UAV-laitteeseen ja niiden hankintahinnat ovat vähäisiä lentolaitteeseen verrattuna. Lisäksi niiden hyötykäyttö hyvin monissa sovelluksissa tekee niiden käytöstä kannattavaa. Yritykset tarjoavat valmiita palveluita, mutta ottavat myös asiakkaan toiveet huomioon räätälöimällä asiakkaalle halutunlaisen kokonaisuuden ja tarjoten asiantuntemustaan. Siten palvelu on usein hyvin asiakaslähtöistä. Asiakaskoulutus ja jopa koulutuskeskukset ovat olennainen toiminnan osa yrityksissä, jotka myyvät tai vuokraavat lentolaitteita.

UAV-palveluiden tuottaminen on laaja-alaista käsittäen lentotoiminnan lisäksi hankitun datan prosessointia ja lentokaluston huoltoa. Datan käsittely on olennainen osa yritysten toimintaa, jos halutaan tuottaa asiakkaille avaimet käteen -palveluita. Yrityksillä on usein omaa tutkimus- ja kehitystoimintaa tai he voivat olla mukana ulkopuolisissa kehityshankkeissa. Se luo yrityksille osaamista, tunnettavuutta ja referenssejä, joita voi hyödyntää tulevaisuuden asiakassuhteissa. Myös hyötykuormien kehittäminen ja uusien kaupallisten sovellusten keksiminen houkuttaa yrityksiä osallistumaan kehitykseen.

Eri markkina-alueet poikkeavat hieman toisistaan, mutta yleisesti monipuolinen ja pitkälle jalostettu toiminta on kannattavaa mahdollistaen asiakkaalle tuotetun arvon kasvattamisen ja sen myötä kasvavia myyntituloja. Taulukossa 4 on esitetty yhteenveto edellä mainituista toimijoista.

Taulukko 4. Yhteenveto UAV-toimijoista ja palveluista. L = Lentokone, H = Helikopteri.

Yritys	Lento- laite	Hyöty- kuorma	Sovellus- kohteet UAV- laitteella	Muut tuotteet ja palvelut
CropCam	L	Digitaali- kamera		UAV-järjestelmä, koulutus
UAVFACTORY	L			UAV-rungot ja - järjestelmät, komponentit
Draganfly	L,H	EO- kamerat		UAV-järjestelmät, koulutus
Aeroscout	H	EO- kamerat, laserkeilain, monispektri- kamera	Ilmakuvaus, etsintä- ja pelastustoimi, valvonta, kartoitus, tiedonvälitys	UAV-järjestelmät, vuokraus, koulutus, tutkimus, konsultointi
Flint Hill Solutions	L,H	EO-kamerat		UAV-järjestelmät, koulutus, tutkimus ja kehitys
Hawkeye UAV	L	EO-kamerat	Ilmakuvaus, kartoitus	UAV-järjestelmät, huolto, kuvankäsittely
Accuas			Ilmakuvaus, kartoitus	Datan käsittely ja analysointi
Danish Aviation Systems	L,H	EO-kamerat		UAV-järjestelmät, ohjelaitteet, datan käsittely, koulutus, vakuutukset

Yritys	Lento- laite	Hyöty- kuorma	Sovellus- kohteet UAV- laitteella	Muut tuotteet ja palvelut
Micro Drones UK	H	EO-kamerat, kaasumittari	Ilmakuvaus, tarkastus ja valvonta	UAV-järjestelmät, vuokraus, datan käsittely, tukipalvelut
V-TOL Aerospace	L,H	EO-kamerat	Tarkastus ja valvonta, kartoitus, koulutus	UAV-järjestelmät, koulutus, tutkimus ja kehitys, huolto- ja tukipalvelut, konsultointi
Aerial photography specialists	H	EO-kamerat	Ilmakuvaus, etsintä- ja pelastustoimi, kartoitus, valvonta	Oheislaitteet, huolto, koulutus, tukipalvelut
Flycam	L,H	Digitaali-kamera	Ilmakuvaus, kartoitus	Sisällöntuotanto
Mitta	L	Digitaali-kamera	Ilmakuvaus, kartoitus	Mittalaitteiden myynti ja vuokraus
Themis		EO-kamerat	Kartoitus, tarkastus ja valvonta, kriisinhallinta,	Konsultointi, koulutus, tutkimus ja kehitys
Blom			Kartoitus, valvonta, maastomallit	Datan käsittely, tietokannat

5 Palvelun kehittäminen

Palvelun kehittäminen eroaa tuotteen kehittamisestä vaatien erilaisen lähtökohdan, jossa huomioidaan palveluun liittyvät käsitteet yksilöllisyys, aineettomuus, viiveettömyys ja erottamattomuus. Palveluiden käyttäjillä on omat yksilölliset ominaispiirteensä ja toimintamallinsa, jolloin sama palvelu voidaan kokea hyvin erilaiseksi riippuen asiakkaasta. Palvelut eivät ole tuotteita, vaan aineettomia vuorovaikutuksia tai kokemuksia. Palveluiden tulee jättää kestävä positiivinen vaikutus ja täyttää asiakkaan odotukset. Vastaanottamalla käyttäjien palautetta ja reagoimalla siihen palvelu saadaan pysymään odotukset täyttävänä. Palvelun luonteeseen kuuluu viiveettömyys ja jatkuva arviointi. Jokaisessa kontaktissa asiakas luo jonkinlaisen mielikuvan tai odotuksen palvelusta. Toisin kuin tuotteiden valmistuksessa, palveluissa asiakkaalta saadaan heti palautetta ja siihen voidaan reagoida nopeasti. Palvelukokonaisuus koostuu useista osapalveluista, jotka yhdessä muodostavat kokonaispalvelun. Osapalvelut ovat erottamaton osa kokonaispalvelussa, jolloin niitä ei voi poistaa poistamatta koko palvelua. Asiakkaan lopullinen kokemus palvelusta voi muodostua huonoksi yhden osatekijän ollessa muita huonompi. Osapalveluihin tulisi kiinnittää huomiota samoin kuin koko palveluun. [41]

Palveluiden hallinnassa ja toimittamisessa on kaksi eri näkökantaa: asioita voidaan tarkastella asiakkaan tai palveluorganisaation näkökulmasta. Organisaationäkökulma painottuu palvelun toimittamisen tehokkuuteen, henkilökunnan pätevyyteen toimitusprosessissa ja siihen, kuinka prosessi on toteutettu. Asiakasnäkökulma keskittyy asiakkaan odotuksiin, mielipiteisiin ja kokonaistyytyväisyyteen. Toisin kuin tuotteet, palvelu ei voi vaihtaa omistajaa. Palvelu tuotetaan asiakkaalle, sitä ei voi omistaa, varastoida eikä myydä. Palvelun tuottaja tuottaa ja ostaja käyttää palvelun. Kun palvelu suoritetaan, se ei vaihda omistajaa tuottajalta ostajalle, vaan ostaja ostaa oikeuden palveluprosessiin. Jakaminen tuotteen ja palvelun kesken ei aina ole yksinkertaista. Yleensä tuotteen ostavalla asiakkaalla on ostoprosessissa mukana myös palvelua. Palveluita ostavalla taas on usein mukana käsin kosketeltavia fyysisiä osatekijöitä. Esimerkiksi matkailupalvelut ovat selvästi palveluita, joihin kuitenkin liittyy fyysisiä osatekijöitä, kuten hotellihuoneita, autoja ja lentokoneita, joissa oleskellaan ja joilla matkustetaan. [42]

UAV-palveluissa ei ole aina kyse puhtaasta palvelusta, jos katsotaan tarkasti palvelun määritelmää. Esimerkiksi ilmakeuhapalveluita tuotettaessa tuotetaan valokuva-aineistoa, joka vaihtaa omistajaa. Toisaalta konsultointiapua ostettaessa puhutaan täysin puhtaasta palvelusta, jossa palvelu tuotetaan asiakkaalle, joka ostaa oikeuden tarvitsemaansa tietoon.

Erilaiset palvelut hallitsevat nykyisessä taloudessa ollen keskeinen kasvun lähde. Palveluinnovaatio ja sen tärkeä luonne koko taloudessa ymmärretään yhä paremmin. Innovaatiokonsepti onkin keskeisessä roolissa monessa organisaatiossa. Sen käsitys tosin voi olla hyvin laaja ja moniselitteinen. Innovaatiokonseptin käsite muuttuu vielä monimutkaisemmaksi esitellessä erilaisia innovaatiokonsepteja, kuten käyttäjälähtöinen innovaatio, työntekijälähtöinen innovaatio tai palveluinnovaatio. Innovaatio voidaan määritellä luovien ideoiden tarkoituksenmukaiseen käyttöön saattamista kaupallisessa tai yhteiskunnallisessa kontekstissa. [43]

Tässä luvussa selvitetään palvelun kehittämisen käsitteitä ja työkaluja uusien palveluiden luomiseen. Keskeisimmät käsitteet, joihin kaikkiin liittyy palvelukonseptin käsite (Service concept), ovat palvelun suunnittelu (Service design), uuden palvelun kehitys (New Service Development, NSD) ja innovaatio (Innovation). Palvelun suunnittelu määrittää yksityiskohtaisemman sisällön ja kokoonpanon palvelukonseptille, kun taas uuden palvelun kehitys viittaa kokonaisprosessiin kehitettäessä uutta palvelutarjoamaa. [44]

Tässä luvussa perehdytään tarkemmin uuden palvelun kehitysprosessiin (NSD), jossa huomioidaan asiakaslähtöinen näkökulma ja johon liittyvät myös palveluinnovaation ja palvelun suunnittelun käsitteet.

5.1 Palvelukonsepti

Palvelukonsepti kuvaa yrityksen arvontuotantoa ja siinä määritellään liiketoimintaan liittyvien tuotteiden tai palveluiden ominaisuudet. Palvelukonsepti esittää yrityksen tuotteen tai palvelun kuvauksen. [50]

Palvelukonsepti on palvelun tarjoajan ja asiakkaan yhteinen ymmärrys palvelun luonteesta ja siitä, mitä organisaatio on myymässä ja asiakas ostamassa. Palvelun tarjoaja voi tarjota asiakkaalle palveluaan, jonka luulee olevan asiakkaan haluama, mutta tosiasiallisesti asiakas voi nähdä palvelun luonteen aivan toisella tavalla kuin myyjä. Molempien osapuolien tulisi nähdä palvelun luonne samanlaisena, yhteisenä näkemyksenä. Palvelukonseptin tulisi sisältää: [45]

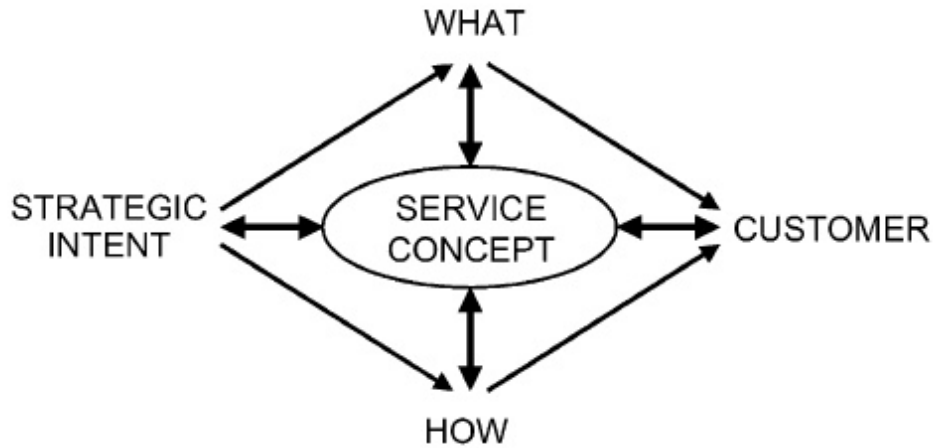
- Palvelun ydinolemuksen määrittely, eli mitä asiakas ostaa tai käyttää.
- Asiakkaan kokemus palveluprosessista.
- Palvelun lopputulos asiakkaalle.
- Miten palvelu toimitetaan asiakkaalle.
- Arvon tuottaminen asiakkaalle. Paljonko asiakas hyötyy suhteessa maksamaansa hintaan.

Palvelukonseptin tulisi määrittää selvästi, mitä asiakas ostaa ja mitä myyjä toimittaa. Se sisältää tiedon siitä, miten toimitus tapahtuu ja mitä se sisältää. Asiakkaan kokemus palvelusta käsittää sen, miten asiakas kokee myyjän toimineen koko palveluprosessin aikana.

Palvelukonseptilla on keskeinen rooli palvelun kehittämisessä ja suunnittelussa sekä organisaation päätöksenteossa. Se konkretisoi palvelun luonteen ja on avainasemassa suunnittelussa. Palvelukonsepti luo yhteyden ja määrittää sen, mitä tehdään ja miten se tehdään. Palvelukonseptin avulla voidaan paremmin suunnitella palveluita, jotka ovat yhteydessä sekä yrityksen strategiaan että asiakkaiden toiveisiin. Pyrkimyksenä on, että yrityksen strategia palvelun tuoton suhteen ja asiakkaan näkemys palvelusta olisivat mahdollisimman yhteneväiset. Kuilu näiden kahden näkemyksen välillä aiheuttaa erimielisyyksiä ja heikentää ansaintamahdollisuuksia. [46]

Arvon tuottaminen asiakkaalle ei ole sama kuin hinnan ajaminen alas, jotta asiakas saa mahdollisimman edullisen tuotteen tai palvelun. Asiakas haluaa varmasti paljon hyötyä mahdollisimman pienellä investoinnilla, mutta hinta on vain osa arvon muodostumista. Toiminnallinen, symbolinen ja tunnepohjainen taso ovat tärkeä osa

arvonmuodostumista. Edelliset ominaisuudet eivät välttämättä täyty halvan hinnan palveluissa. Tästä esimerkkinä ovat halpalentoyhtiöt, joiden hinnat ovat matalat, mutta kokemus lentomatkasta kokonaisuutena voi jäädä negatiiviseksi. Kuvassa 9 on esitetty palvelukonseptin yleiskuvaus.

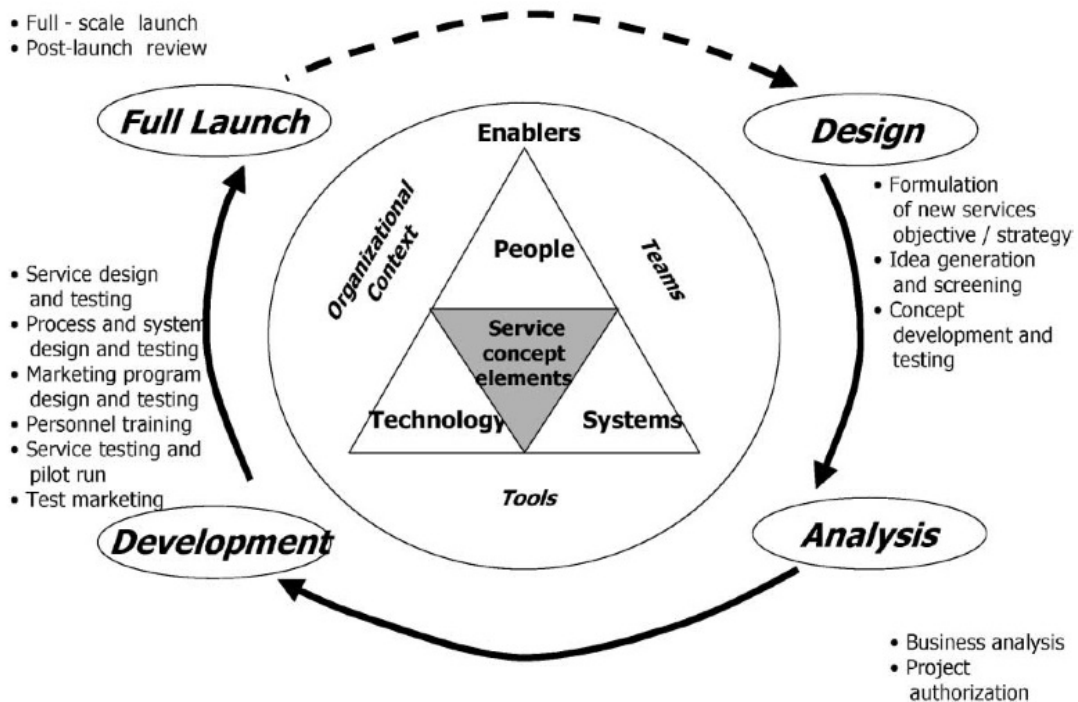


Kuva 9. Palvelukonseptin rooli suunnittelussa. [46]

Palvelun toimituksen tulisi olla yhtenäistä ja tasalaatuista kaikille asiakkaille. Palvelun toimittaminen asiakkaalle on keskeisessä roolissa siinä, miten asiakas kokee palvelun. Palvelun toimitus voi olla henkilökohtaista palvelua tai teknisiä laitteita hyödyntävä. Palvelukonsepti nähdään keskeisenä osana Service design, Service development ja Innovation malleja [43].

5.2 Uuden palvelun kehitys

Asiakas on hyvä ottaa mukaan jo uuden palvelun kehitysprosessissa, jolloin on mahdollista kehittää palvelua niin, että siitä on tulevaisuudessa hyötyä myös asiakkaan omissa prosesseissa. Ne voivat tukea asiakkaan arvoa muodostavia prosesseja ja auttaa kustannusten pienentämisessä ja kasvattaa mahdollisesti asiakkaan tuottoa. [52] Riippuu innovaatioprosessin luonteesta, miten asiakas saadaan tuloksekkaasti mukaan innovaatioprosessiin. Palvelukontekstissa voidaan analysoida lähestymistapoja, jotka ottavat huomioon innovaatioprosessin ja asiakkaan roolin siinä. Yksi lähestymistapa on NSD-prosessin käyttö, joka tarkastelee innovaatiota muodollisena, selkeisiin vaiheisiin jaoteltuna prosessina. Asiakkaan läsnäolo ja vaikuttaminen voidaan ulottaa kaikkiin NSD-prosessin eri vaiheisiin. Kuvassa 10 on esitetty vaiheittainen NSD-prosessin kulku.



Kuva 10. NSD-prosessi. [47]

Uuden palvelun kehityksessä (New service design) laaditaan vaiheittainen palvelun kehitysprosessi, jossa käydään järjestelmällisesti läpi prosessin vaiheet strategian luomisesta palvelun testaukseen ja lanseeraukseen.

Vaiheittainen palvelun kehitysprosessi on hyvä apu palvelun kehittämiseksi, kun lähdetään liikkeelle ongelmista ja ideoista, liikkuen aina konseptivaiheeseen ja toteutukseen. Kokonaisstrategia on suunnilleen samanlainen kuin uuden tuotteen kehitysprosessissa, mutta palvelun kehityksessä on omia ainutlaatuisia käytännön lähestymistapoja, palvelun toimituksen monitahoisen ja muunneltavan luonteen vuoksi. [41]

Uuden palvelun kehitysprosessin etenemisvaiheet ovat

1. Innovaatiostrategian luominen
2. Ongelman tai tarpeen tunnistaminen
3. Ideoiden kehittäminen ja seulonta
4. Konseptin kehitys ja liiketoiminta-analyysi
5. Palvelun kehitys
6. Testaus ja lanseeraus.

Palvelun kehitysprosessissa kaikki lähtee yrityksen innovaatiostrategiasta, joka määrittää uusien kehitettävien palveluiden roolin ja merkityksen organisaatiossa. Strategialla luodaan tarvittavat suuntaviivat, joiden avulla yritys voi suunnitella palvelutuotteita, jotka tukevat valittua strategiaa. Ilman strategiaa organisaatio tuottaa sattumanvaraisia ja sekavia palveluita, joiden menestymistä voi olla vaikea mitata ja arvioida.

Tehokkaan palvelustrategian uusien palveluiden kehittämiseen tulisi sisältää neljä kohtaa:

1. Resurssistrategia. Siinä hahmotellaan tarvittavat työvoima- ja taloudelliset resurssit, jotka vaaditaan uuden palvelun luomiseen.
2. Taloudellinen kasvukuilu, joka auttaa määrittämään ne pyrkimykset, joihin uusilla palveluilla pyritään.
3. Uuden palvelun visio ja strateginen rooli, jotka palvelun tulee täyttää. Se tuottaa laadulliset kriteerit, jotka ohjaavat tutkimuksen ja kehityksen ongelmissa.
4. Seulontakriteerit, jotka auttavat valitsemaan voittajat huonompien konseptien joukosta ja asettamaan ne tärkeysjärjestykseen.

Kun palvelun perustukset luonut strategia on valmiina, voidaan itse palvelun kehitys aloittaa. Se aloitetaan ongelman tunnistamisella ja tutkimuksella. Palvelun kehityksessä tärkein vaihe on ongelman tunnistaminen, koska se mahdollistaa perustan menestyvään palveluun, joka perustuu asiakaspohjaiseen ongelmaan ja sen ratkaisuun.

Palvelun kehitys jatkuu ideoinnilla ja konseptoinnilla. Ideoinnissa pyritään luomaan mahdollisimman monta ratkaisumallia niihin tarpeisiin, toiveisiin ja ongelmiin, joita halutaan ratkoa. Seulontakriteerien avulla valitaan ideoista parhaimmat, jotka voidaan siirtää konseptointivaiheeseen. Konseptointivaiheessa konseptia muokataan ja testataan yhteistyössä asiakkaiden kanssa ja laaditaan tarkka liiketoiminta-analyysi.

Palvelun menestys riippuu paljon palvelun toimittamisesta asiakkaalle, jossa ratkaisevassa asemassa on työntekijän osallistuminen prosessiin ja palvelusuunnitelman laadinta. Avainasemassa on henkilökunta, joka on tekemisissä asiakkaan kanssa ja vastaanottaa palautteet ja valitukset. Työntekijät on hyvä ottaa mukaan palveluiden suunnitteluun jo aikaisessa ideointivaiheessa.

Palvelusuunnitelmassa huomioidaan palvelun ja asiakkaan väliset vuorovaikutukset, kontaktikohdat ja palveluiden toimitusreitit. Sen tulisi näyttää sekä asiakkaalle näkyvät että näkymättömät toimenpiteet ja vuorovaikutukset. Aluksi suunnitelmassa tulisi miettiä kaikki mahdolliset kontaktipisteet asiakkaan kanssa ja palvelun toimitus. Tarkoitus on auttaa hahmottamaan koko palveluprosessia, arvioimaan ja kehittämään sitä.

Prototyypin kehitys- ja lanseerausvaiheessa parhaat konseptit testataan käytännössä. Konsepteista laaditaan yksityiskohtaiset markkinatarkastelut, lanseeraus suunnitelmat ja palvelun toimitussuunnitelmat. Paras palvelukonsepti tuodaan hiottavaksi ja testattavaksi asiakkaiden avustuksella. Prototyypin testaus asiakkaiden avulla on tärkeää ennen lanseerausta. Testaamalla voidaan hioa palvelua asiakkaiden haluamaan suuntaan ja näin ehkäistään asiakastytymättömyyttä valmiin palvelun yhteydessä. Valmiskin palvelu vaatii jatkuvaa valvontaa ja arviointia, jotta se täyttää asiakkaan tarpeet mahdollisimman tehokkaasti. Arvioinnissa on tärkeää saada ja kerätä palautetta asiakkailta. Palveluiden tuottajan on haasteellista ennustaa palvelun tulevaa vastaanottoa, toisin kuin uusien tavaroiden kohdalla, joita voidaan tutkia kvantitatiivisten ja kvalitatiivisten menetelmien avulla.

Uuden palvelun suunnittelussa on otettava huomioon myös asiakaspalvelu. Palvelut toimitetaan ihmisen välityksellä, jolloin työntekijöillä on oltava tietämystä toimia

yrityksen parhaaksi. Työntekijöitä tulisi kouluttaa tietämään yrityksen yritysstrategia ja palveluiden strateginen rooli sekä ongelmatilanteissa toimiminen ja itse palvelun toimituksen laadukas toteutus. [41]

5.3 Palvelupaketti

Menestyäkseen palvelumarkkinoilla, yritysten täytyy määritellä palvelunsa tarkemmin kuin aiemmin. Tuotteita valmistavilla yrityksillä on perinteisesti ollut tarkat kuvaukset ja tekniset määrittelyt tuotteistaan. Tämä käytäntö on otettava käyttöön myös palveluliiketoiminnan alueella. [48]

Yrityksen tarjoamat erilaiset palvelut voidaan jakaa osiin sen mukaan, miten palvelut liittyvät asiakkaan pääasiallisiin tarpeisiin. Yhdessä nämä palvelut muodostavat palvelupaketin (Service package). Palvelupaketti voidaan jakaa kolmeen osaan: [49]

1. Ydinpalvelu
2. Avustavat palvelut
3. Tukipalvelut.

Ydinpalvelu on se palvelu, joka ympärille koko toiminta perustuu ja jota ilman ei toimintaa olisi. UAV-toiminnassa se voisi käsittää esimerkiksi UAV-laitteella lentämisen ja datan keräämisen. Avustavat palvelut ovat ydinpalvelua tukevia toimia. UAV-toiminnassa niitä on esimerkiksi kerätyn datan käsittely, joka liittyy vahvasti ydintoimintaan. Tukipalveluiden tarkoitus on luoda kokonaispalvelulle lisäarvoa. Tukipalvelua on esimerkiksi UAV-laitteiden huoltotoiminta.

Palveluiden merkitys on pitkään ollut kasvavassa osassa yritysten liiketoimintojen kasvua. Pelkkien ydinpalveluiden tarjoaminen ei ole menestyvän palveluyrityksen merkki. Menestyvät palveluyritykset tarjoavat monipuolisia kokonaispalveluja, jotka kattavat suuren osan asiakkaan tarpeista ja luovat parhaita kokonaisratkaisuja.

5.4 Liiketoimintamalli

Liiketoimintamallilla kuvataan liiketoiminnan kannalta keskeisimmät asiat eikä siitä ole yhtä ja oikeaa määritelmää. Se sijoittuu yrityksen strategian ja prosessien välimaastoon, jolloin liiketoimintamalli kuvaa yrityksen strategian toteuttamista. [50] Liiketoimintasuunnitelma kertoo, miten liiketoiminnassa saavutetaan tavoitteet yhtenäisellä ja johdonmukaisella tavalla keskittyen asiakkaan tarpeisiin [51].

Liiketoimintamallia voidaan käyttää analyyttisenä työkaluna arvioitaessa yrityksen liiketoimintaa. Liiketoimintamallin ydin on määrittää ne tavat, joilla asiakkaan arvo tuotetaan, houkuttelevat asiakas maksamaan arvonluonnista ja miten arvonluonti muutetaan voitoksi. Liiketoimintamallilla on suuri käytännön arvo. [43]

Liiketoimintamalli on kuvaus siitä, miten liiketoiminnalla ansaitaan. Siinä kuvataan palveluiden tarjoaminen, kenelle niitä tarjotaan ja millä tavalla palvelut toteutetaan. Geneerisen liiketoimintamallin eli palveluliiketoiminnan yleisen mallin sisältö, joka perustuu Grönroosin malliin on seuraava: [52]

Liiketoimintamallin nimi ja palvelun kuvaus:

Liiketoimintamallin nimen tulisi olla palvelua kuvaava. Palvelun kuvauksessa palvelun laatu tulee kuvata selvästi, jotta sen luonne tulisi varmasti ymmärretyksi.

Arvon luonti:

Yrityksen kannattavuus perustuu arvon luontiin asiakkaalle ja ymmärrykselle asiakkaan arvon muodostumisesta. Asiakas vertaa kokemaansa palvelua tai tuotetta kustannuksiin, joita on joutunut palvelusta maksamaan. Palvelukonseptin kehityksessä tärkeintä on se, miten ja kuinka paljon asiakkaalle saadaan luotua lisäarvoa palveluita myymällä. Palveluita kaupattaessa fyysiset tavarat eivät vaihda omistajaa, vaan keskipisteessä on asiakkaalle tuotettu tieto, jota hän voi käyttää hyväksi omissa liiketoimissaan.

Tuotteiden tai palveluiden arvon luonti tapahtuu usein arvoketjuperiaatteella, jossa painopiste on mahdollisimman tehokkaassa valmistuksessa ja kulujen minimoimisessa. Arvopajamallissa taas painotetaan asiakkaan ongelmien ratkaisua, joiden ratkaisemiseen palvelut kohdistetaan. Asiakkaan kokema arvo muodostuu ongelman ratkaisusta. Asiakkaalle lisäarvoa tuottavana voidaan pitää myös esimerkiksi asiantuntijan neuvoja.

Arvolupaus (Customer value proposition) kertoo asiakkaalle, mitä hän saa käyttämällä palvelua tai tuotetta vastineeksi uhrauksilleen. Asiakas saa lisäarvoa siitä, että joutuu tekemään mahdollisimman pienet uhraukset. Se tarkoittaa halpaa hintaa, ajan ja vaivan minimointia sekä asiakkaan neuvomista oikean ratkaisun tekemisessä. Edellinen tuottaa taloudellista arvoa, kun taas muut arvon tuottamisen tavat ovat toiminnallinen, emotionaalinen ja symbolinen. Toiminnallinen arvo käsittää mm. tuotteen teknisen toteutuksen ja laadun sekä hyödynnettävyyden kohteessa. Asiakkaan emotionaalisen arvon lisäyksen kannalta avainasemassa ovat tunteet ja mielihyvän luominen. Symbolinen arvo muodostuu mm. arvoista ja välitettävistä mielikuvista. [53]

Ansaintamalli:

Erialaisten ansaintamallien kuvaus yleisellä tasolla eli miten luotu arvo kerätään asiakkailta. Hinnoittelumallien kuvaus sisältää tiedon hinnoittelusta tuotteen tai palvelun elinkaaren ajalta. Palvelusta voidaan esimerkiksi pyytää korkeampaa hintaa kilpailijoiden puuttuessa tai uuden palvelun tullessa markkinoille. Aggressiivisella hinnoittelulla voidaan kerätä paljon asiakkaita ja nostaa markkinaosuutta. Tarjottavien palveluiden hinnoittelu voi perustua esimerkiksi tuntipohjaiseen hinnoitteluun tai palveluun käytettyjen resurssien mukaiseen hinnoitteluun.

- Asiakkaat:** Asiakkaiden segmentointi eli minkälaiselle ryhmälle tuotteita suunnitellaan ja millaisia olemassaolevia asiakkaita on. Niche-markkinoille eli pienelle toiminta-alueelle keskittyvää yritystä tulee tarkoin harkita Suomen kokoisessa maassa, varsinkin jos liiketoiminnan on tarkoitus toimia pääasiassa kotimarkkinoilla. Niche-markkinoille keskittyvä yritys voi toimia pienelläkin alueella, jos sillä on riittävän kapea organisaatio ja sillä on mahdollisuuksia kasvattaa kannattavaa toimintaa.
- Markkinointi ja myynti:** Kohdemarkkinoiden selventäminen. Kenelle markkinoidaan ja millä alueella. Millaiset kasvumahdollisuudet alalla on ja mitkä ovat markkinoiden tarpeet. SWOT-analyysin teko eli arvioidaan mahdolliset vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat liiketoiminnalle. Selvitetään kilpailutilannetta kohdealueella.
- Jakelukanava:** Miten tuote tai palvelu toimitetaan asiakkaalle. Mukana voi olla oma ja myös mahdollisen alihankkijan henkilökunta. Toimitus voi tapahtua henkilökohtaisesti paikalle toimitettuna ja asennettuna. Palvelu voidaan toimittaa myös sähköisesti tai se voi olla saatavana internetin välityksellä toimittajan serverillä.
- Partneriverkosto:** Partneriverkolla tarkoitetaan yhteistyökumppaneita, jotka liittyvät tuotteen tai palvelun kehitykseen, toimintaan tai toteutukseen. Määritellään partnerien roolit ja yhteistyön rakenne sekä määritellään yhteistyön vastuut.
- Resurssit:** Määritellään ne tarvittavat resurssit, jotka tarvitaan liiketoiminnan aloittamiseen.
- Innovointimalli:** Miten tuotteita tai palveluita tullaan jatkossa kehittämään pyrittäessä kasvattamaan yrityksen liiketoimintaa.

6 UAV-palvelukonseptin kehitys

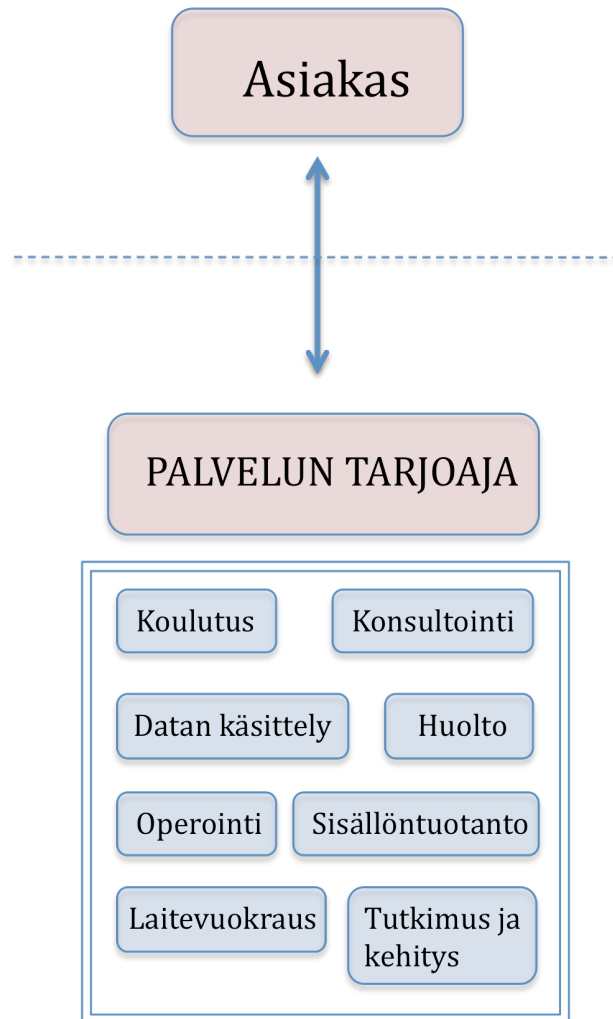
Miehittämättömien ilma-alusten käyttöä rajoittavat ilmailumääräykset. Eri maat soveltavat omaa lainsäädäntöään ja yhteiset säännöt puuttuvat vielä. On yleisesti pohdittu, että 20 kg tulee olemaan painoraja, jonka ylittäviltä UAV-laitteilta vaaditaan tiukempien ilmailumääräysten noudattamista. Suomalaisten valtiollisten organisaatioiden ja joidenkin yritysten mahdollisia tarpeita ja hyödyntämismahdollisuuksia UAV-laitteille on tutkittu. Tuloksista käy ilmi, että valtaosa sovelluksista tulisi hyödyntämään sähkö-optisia ilmaisimia. [54]

6.1 UAV-palveluita

Lukujen kaksi ja neljä markkinatutkimusten sekä UAV-toimijoiden tutkimisen perusteella mahdollisten UAV-palveluiden voidaan todeta olevan monipuolisia. UAV-palvelut voivat kattaa hyvin laajan alueen eri toimintoja, pienestä tarpeesta laajaan kokonaisuuteen. Asiakas voi ostaa esimerkiksi seuraavia palveluita:

- Laitevuokraus: Palvelun tarjoaja voi vuokrata erilaisia hyötykuormia, UAV-laitteita ja kokonaisuuksia UAV-järjestelmiä asiakkaan käyttöön määrätyksi ajaksi.
- Operointi: Käsittää UAV-lentotoimintapalvelut, joilla kerätään asiakkaan haluama data tai informaatio.
- Konsultointipalvelut: Palvelun tarjoaja voi tarjota asiantuntijan neuvoja esimerkiksi asiakkaalle sopivan UAV-kaluston hankkimisessa tai jonkin pienemmän ratkaisun etsimisessä.
- Koulutus. Voi kattaa kaikkea UAV-toimintaan liittyvää koulutusta kuten lento- tai huoltokoulutusta.
- Huolto: Palvelun tarjoaja vastaa asiakkaan UAV-järjestelmän tai sen osan huollosta.
- Datan käsittely: UAV-laitteilla kerättyä dataa muokataan asiakkaan haluamaan muotoon.
- Sisällöntuotanto: Asiakkaalle voidaan tarjota esimerkiksi käyttöliittymiä ja verkkopalveluita, jotka perustuvat UAV-toiminnalla kerätyn datan hyödyntämiseen.
- Tutkimus ja kehitys: Sitouttaa paljon asiakkaan resursseja, jolloin sen ostaminen voi olla järkevää. Sopii hyvin erilaisten hyötykuormien tutkimiseen ja niiden hyödyntämismahdollisuuksiin.

Palvelun tarjoaja voi tarjota jotain edellä mainittua yksittäistä palvelua tai koota asiakkaan haluaman palvelun osista valmiiksi paketiiksi asiakasta varten. Yritys voi esimerkiksi keskittyä pelkästään operointiin. Se voi sisällyttää toimintoihinsa myös datan käsittelyn, jolloin se voi tuottaa asiakkaalle valmiiksi käsiteltyjä kuvia. Alan yritykset voivat muodostaa yhteenliittymiä ja palvelukokonaisuuksia hyvin erilaisilla tavoilla, muodostuen edellä kuvatuista osapalveluista. Kuvassa 11 on esitetty UAV-palveluntarjoajan mahdollisia palveluita.



Kuva 11. Palveluntarjoajan mahdollisia palveluita.

Se, mitä palveluita yritys tarjoaa, riippuu yrityksen strategiasta. Palveluntarjoaja voi tarjota yksittäistä palvelua tai suurempaa osakokonaisuutta tietyille asiakasryhmälle. Palvelut voidaan tuottaa yksin tai tehdä yhteistyötä muiden alan toimijoiden kanssa.

6.2 UAV-palvelumalleja

Lentokenttätoimialalla on tutkittu vallitsevia ja kehitettäviä kumppanuussuhteita asiakkaan ja toimittajien välillä. Näitä ovat: [55]

- Suora myynti asiakkaalle.
- Agenti kokoaa palvelut asiakkaalle.
- Useat yritykset myyvät yhdessä kokonaiskonseptia.
- Yhden yrityksen ympärille rakennettu kokonaisratkaisu.
- Agenti myy yhden yrityksen ympärille rakennettua kokonaisratkaisua.
- Agenti myy kokonaiskonseptia.
- Konsortio toteuttaa ratkaisun päävastuullisen kumppanin johdolla.

Näitä kumppanuussuhteita lentokenttätoimialalta voidaan soveltaa myös UAV-palveluiden tuottajiin ja näiden asiakkaisiin. Kehitettävien UAV-palveluiden ydinajatus

on asiakaslähtöisyys, mikä otetaan lähtökohdaksi palvelumalleja luodessa. Asiakkaan osaaminen, tietämys, resurssien käyttö ja halutun palvelun laajuus ovat tärkeimmät kriteerit palvelumallien luomisessa. Kehitys lähtee asiakkaan toiveista ja tarpeista, jotka tulisi täyttää mahdollisimman hyvin. Asiakkaan haluama palvelun laajuus voi vaihdella pienestä ilmakeuvarusteesta laajan kokonaisratkaisun toimittamiseen. Laaja kokonaisratkaisu voi käsittää esimerkiksi kuvauksen, analysoinnin ja toimivien ratkaisumallien luomisen. Asiakkaan tietämys alasta voi myös vaihdella suuresti: joku tuntee alaa yksityiskohtaisesti ja toinen on täysin tietämätön toiminnoista ja mahdollisuuksista.

Kaupallisessa UAV-toiminnassa ja sen kehittymisessä taloudelliset seikat ovat tärkeitä. UAV-palvelut eivät saa muodostua liian monikerroksisiksi toimitusketjua pidentämällä. Kustannustehokkainta on ostaa palvelut suoraan palvelun tuottajalta tai palveluiden kokoajalta, jolloin välikäsien määrä vähenee ja toimitus on kohtuullisen nopeaa.

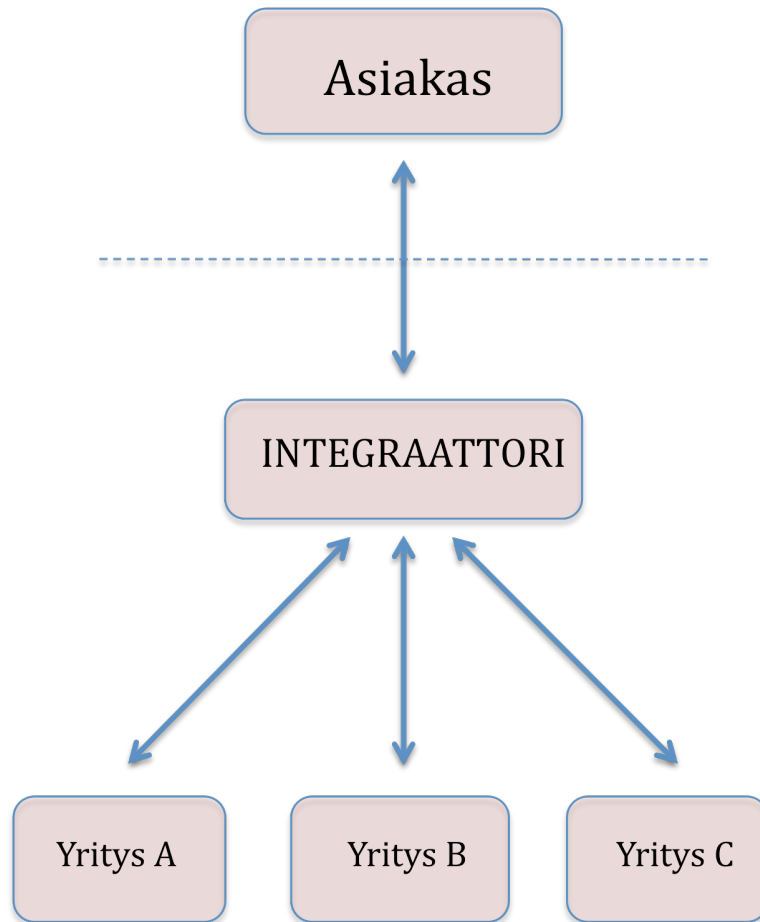
6.2.1 Integraattorimalli

Monilla yrityksillä voi olla halukkuutta UAV-toimintaa kohtaan, mutta heillä ei ole resursseja tai tietämystä toteuttaa toimintaa itse. Nämä yritykset eivät välttämättä halua sitouttaa pääomaansa vieraaseen ja heille riskialttiiseen toimintaympäristöön, jolloin yritysten palvelutarpeita toteuttamaan tarvitaan välittäjänä toimiva yritys, joka kokoaa ja tuottaa tarvittavia palveluita. Integraattori yhdistää usealta osapuolelta tulevat palvelut asiakkaan toivomaksi kokonaisuudeksi. Integraattori voi hankkia tarvittavat palvelut sieltä, mistä ne on kulloinkin parhaiten saatavissa ja lopuksi niputtaa ne yhteen asiakasta varten. Integraattorin käyttö sopii hyvin asiakkaille, jotka:

- Eivät halua sitouttaa resurssejaan palveluiden hankkimiseen.
- Eivät ole alaa hyvin tuntevia.
- Tarvitsevat monipuolisia tai laajoja palvelukokonaisuuksia.

Palvelun tarjoaja, johon asiakas on yhteydessä, voi tarjota moninaisia palveluita. Se voi tuottaa osan palveluista itse tai ostaa kaikki ulkopuolisilta toimijoilta, jolloin sille jää projektin organisointi ja eri toimittajilta tulevien tietojen yhdistäminen asiakkaan haluamaan muotoon. Eri asiakkaiden toiveet ja ratkaisumallit voivat olla hyvin toisistaan poikkeavia, jolloin kokonaispalvelun tarjoajalta vaaditaan hyvää alan ammattitaitoa.

Kuva 12 havainnollistaa integraattoriin perustuvaa palvelumallia. Integraattorilla on kontaktit UAV-toimijoihin, joilta se ostaa tarvittavia palveluita. Integraattori ei ole sitoutunut sopimuksin tiettyihin alihankkijoihin, vaan se voi ostaa palveluita valitsemiltaan toimijoilta. Integraattori voi tuottaa osan palveluistaan itse. Esimerkiksi datan käsittelyn tarve on niin yleistä, että sen tekeminen itse voi tuoda lisäarvoa yrityksen palveluihin. Palvelumallissa asiakas kommunikoi vain integraattorin kanssa, jonka vastuulle jää kokonaispalvelun toimittaminen. Malli on asiakkaan kannalta huoleton, koska integraattorille jää vastuu palvelun toimivuudesta.



Kuva 12. Integraattorimalli.

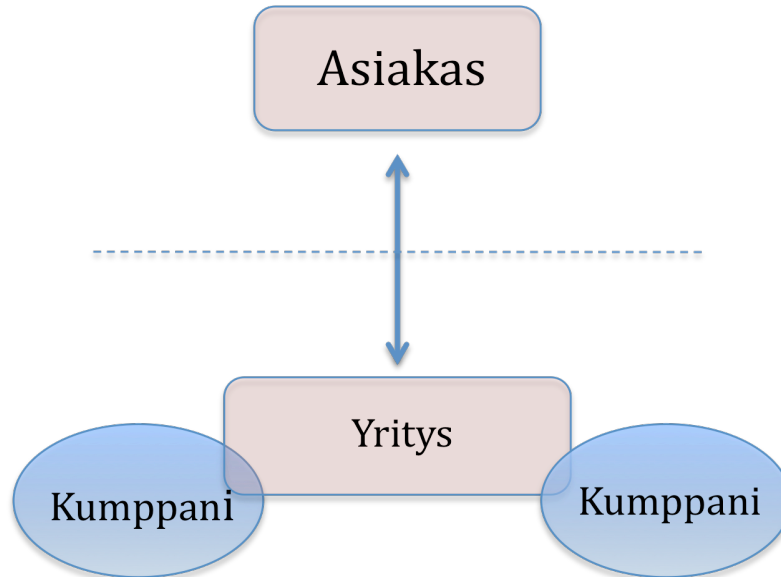
Integraattorin palvelut sopivat myös siihen, jos asiakas ostaa lisäpalveluita jo olemassa olevaan UAV-toimintaansa, tai on vasta hankkimassa kokonaista UAV-järjestelmää. Integraattori tarjoaa asiantuntijapalveluitaan ja voi toteuttaa koko järjestelmän hankkimisen tai tarjota konsultointia.

Integraattorin käyttö soveltuu erityisesti suurempiin kokonaisuuksiin. Palveluiden tuottaminen monella tasolla eri yritysten kautta vie enemmän aikaa kuin yhdeltä toimittajalta ostaminen, jolloin toimitusajat kasvavat.

Integraattorityyppinen palveluntarjoaja ei ole riippuvainen omista resursseista, koska ostaa palveluita alihankkijoilta. Integraattoriyritykset voivat tarjota periaatteessa kaikkea UAV-toimintaan liittyvää, koska ostavat tarpeellisen tietämyksen, mikäli heillä itsellään ei sitä ole.

UAV-palveluissa voidaan myös käyttää yhden isomman yrityksen ympärille rakennettua kokonaisratkaisua kuten lentokenttätoimialalla [33], jossa yrityksellä on ympärillään yhteistyökumppaneita, joiden palveluita se käyttää. Tämä soveltuisi hyvin tietyn tyyppisille palveluille, esimerkiksi kartoitukseen, jossa UAV-opeoija käyttää yhteistyökumppaneiden palveluita datan muokkaamiseen ja muihin oheistoimintoihin. Tiivis yhteistyömalli voi olla tehokas tietyille toiminnalle, mutta joustamaton

monipuolisemmille palveluille. Tiivis yhteistyö voi asettaa ydinyritykselle rajoitteita palveluiden ostamiseen yhteistyökumppaneiden ulkopuolelta, vaikka se olisi sen hetkisessä kokonaisratkaisussa paras vaihtoehto.



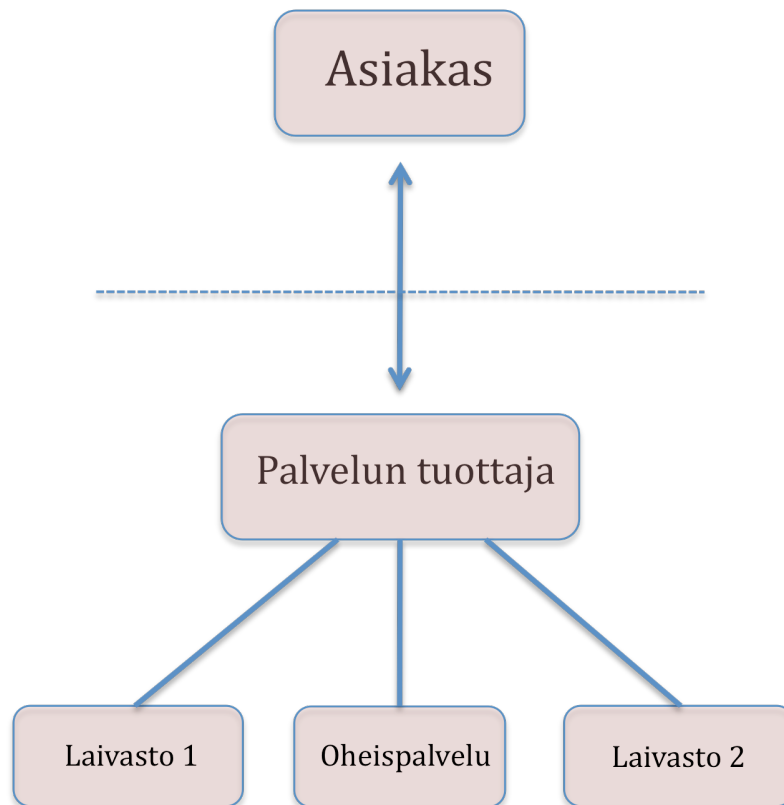
Kuva 13. Ydinyritys kumppaneineen

6.2.2 Suora toimitusmalli

Suoran toimitusmallin luomisessa lähdetään siitä, että asiakas on alaa tunteva toimija, jolla on kokemusta tai tietämystä alan toimijoista ja toimintatavoista. Asiakas jättää välittäjänä toimivan integraattorin välistä ja ottaa yhteyden suoraan palvelua tuottavaan yritykseen. Tämä vaatii sen, että asiakas tietää mitä haluaa ja osaa toimia suoraan palvelun tuottajan kanssa. Suora toimitusmalli sopii hyvin asiakkaille, jotka haluavat jonkin lisäpalvelun omaan UAV-toimintaan tai tarvittava palvelu on niin suoraviivainen, ettei se vaadi asiantuntijan apua. Operaattorilla voi olla esimerkiksi kalustoa tai tietotaitoa, joka asiakkaalta puuttuu, tai tarvittavan palvelun luonne on riittävän yksinkertainen ostettavaksi suoraan palvelun tuottajalta.

Yksinkertainen UAV-palvelu voidaan toteuttaa olemalla yhteydessä suoraan operaattoriin, joka hoitaa esimerkiksi tietyn alueen ilmakuvauksen. Suora toimitusmalli sopii asiakkaille, jotka:

- Ovat valmiita uhraamaan resursseja palveluiden ostoon.
- Ovat alaa tuntevia.
- Tarvitsevat yksinkertaisen tai suoraviivaisen palvelun.
- Haluavat säästää kustannuksissa ostamalla suoraan palvelun tuottajalta.



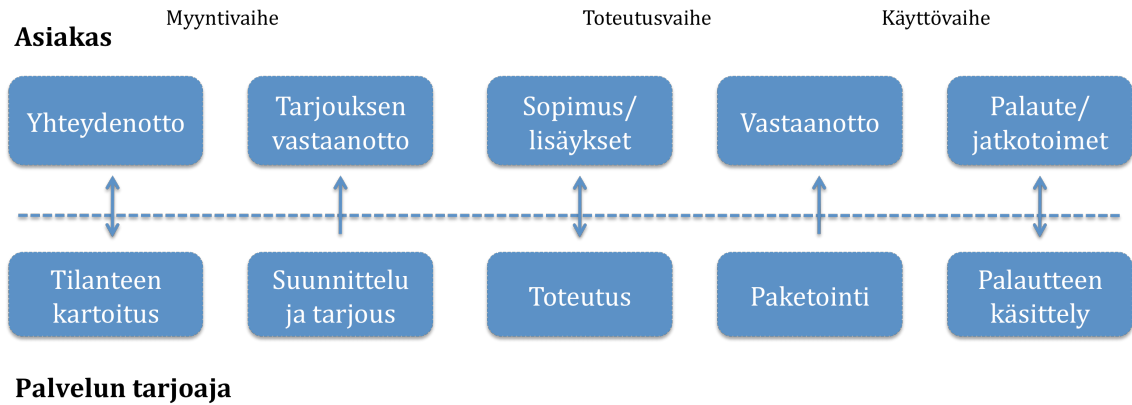
Kuva 14. Esimerkki suorasta toimitusmallista.

Asiakas kommunikoi palvelun tuottajan kanssa. Palvelun tuottajalla on kalustoa ja tietotaitoa toteuttaa haluttu palvelu. Palvelun tuottajalla voi olla esimerkiksi useita eri käyttötarkoituksiin soveltuvia UAV-laivastoja, joita se käyttää palveluiden tuottamiseen sekä mahdollisia oheistoimintoja, kuten datan käsittelyä. (kuva 14)

6.3 Palvelusuunnitelma

Palvelusuunnitelman (Service blueprint) tarkoitus on määrittää asiakkaan ja palvelun tuottajan väliset roolit ja vastuut. Siinä luodaan asiakkaan ja palveluntarjoajan välinen yksinkertaistettu palvelusuunnitelma, joka kattaa näiden kahden toimijan välisen rajapinnan, jossa yhteistyö saa konkreettisen muodon. Palveluprosessissa on paljon toiselle osapuolelle näkymättömiä toimintoja. "Service blueprint" tarkoittaa palveluprosessin yksityiskohtaista kuvaamista niin, että asiakasnäkökulma on vahvasti mukana. Suunnitelman avulla palveluprosessi voidaan tuotteistaa, jolloin mahdollistetaan tasalaatuinen palvelu ja voidaan ottaa tarkasteluun asiakaskontaktit eri tilanteissa ja kehittää asiakaspalvelua. [56]

Tarkastellaan yksinkertaistettua palvelusuunnitelmaa, jossa näkyvät asiakkaan ja palvelun tarjoajan toimet yhteisessä rajapinnassa. Kuvan 15 malli on yksinkertaistettu ja sopii yleisesti UAV-palveluiden tuottajan ja asiakkaan keskeisimpien vuorovaikutuspisteiden arviointiin asiakasrajapinnassa. Näiden toimien takana on joukko omia prosesseja tai alihankkijoiden osallistumista, joka ei näy asiakasrajapinnan toiselle puolelle.



Kuva 15. Asiakasrajapinta palvelusuunnitelmassa.

Yhteistyöprosessi alkaa yhteydenotolla, jossa aloitteen on tehnyt joko asiakas ongelmineen tai yritys, joka tarjoaa palveluitaan. Prosessi alkaa asiakkaan tarpeiden kartoituksella ja yhteistyön laajuuden määrittelyllä. Alussa selvitetään asiakkaan tarpeet ja se pystytäänkö niihin vastaamaan. On tärkeää määrittää yhteistyön laajuus ja vastuualueet, jotta epäselvyyksiltä vältytään. Tiivis yhteistyö asiakkaan kanssa on tärkeää, koska varsinkin UAV-palveluissa asiakas ei aina itsekään tiedä tarkkaa toivettaan yhteistyön saralla [54]. Asiakas ei välttämättä ole perehtynyt uuden teknologian tarjoamiin mahdollisuuksiin eikä näin ollen osaa itse ilmaista toiveitaan selvästi. Yhteistyön laatu voi olla kertaluontoista tai jatkuvaa. Sähköyhtiö voi esimerkiksi haluta sähkölinjojen vaurioiden tutkimisen jokaisen myrskyn jälkeen.

Palveluiden tuottaja laatii asiakkaan kanssa sovituista palveluista toteutussuunnitelman ja tarjouksen asiakkaalle. Asiakas vastaanottaa tarjouksen ja hyväksyy sen tai vaatii mahdollisia muutoksia. Toteutusvaiheessa palveluita tuottava yritys toteuttaa sovittuja toimia ja paketoit ne asiakkaan haluamaan muotoon. Toimitus käsittää kerätyn, mahdollisesti jälkikäsitellyn datan toimittamisen asiakkaalle. Toimitettava tieto voi olla esimerkiksi pelkkä 3D-malli jostakin kohteesta, tai se voi olla monipuolinen metsäanalyysi lajikirjoineen. Tärkeintä on, että asiakas kokee saavansa sitä mitä tilasi ja molemmilla osapuolilla vallitsee yhteisymmärrys asiasta. Asiakkaan tulisi saada haluamansa tulokset tai omaan toimintaansa liittyvä data ajallaan ja sellaisena, kuin se on haluttu.

Palaute on tärkeää toiminnan kehittämisen ja asiakkuussuhteen jatkumisen kannalta. Tyytyväinen asiakas käyttää palveluita uudestaan ja mahdollistaa osaltaan toiminnan jatkumista, kun taas negatiivinen palaute saa mahdollisesti aikaan parannuksia huonoiksi koettuihin toimintamalleihin. Palautetta ei oteta ainoastaan toimituksen jälkeen, vaan se kuuluu jokaisen vaiheen yhteyteen, jolloin mahdollisesti saatua palautetta voidaan käsitellä tuoreeltaan. Palautteen avulla varmistetaan yhteisymmärryksen säilyminen.

7 Kaupallistaminen

Tuotteen markkinoille viemistä, suunnittelua ja toteutusta sanotaan kaupallistamiseksi. Ideoista syntyy, muokkautuu ja toteutuu valmis kaupattava kokonaisuus, joka on myyntivalmis ja asiakkaalle helppo ostaa. Avainasemassa on asiakkaan arvon muodostumisen ymmärtäminen. Kaupallistaminen ei ole sarja toimenpiteitä, joita tulee tehdä, vaan laaja-alaisempi liiketoimintahenkinen ajattelutapa. [57] Menestyvässä liiketoiminnassa tuotteen tai palvelun brändi on tärkeässä asemassa. Brändillä luodaan asiakkaalle mielikuvia tuotteesta, palvelusta tai koko yrityksestä. Brändin tehtävä on lisätä nykyisten ja tulevien tuotteiden tai palveluiden arvoa ja edesauttaa tulevissa lanseerauksissa.

Tässä luvussa käsitellään UAV-palveluiden hyödyntämismahdollisuuksia Suomessa ja luodaan palvelupaketteja, jotka yhdistävät useamman sovellusalueen toisiaan tukevaksi kokonaisuudeksi. Lisäksi tarkastellaan UAV-palveluita tarjoavalta yritykseltä vaadittavia taloudellisia edellytyksiä.

7.1 Markkinapotentiaali

UAV-laitteiden luotettavuus ei ole niin hyvällä tasolla kuin perinteisten ilma-alusten, jolloin se rajoittaa toimintaa pois suurten asutuskeskusten läheisyydestä. Poikkeuksena on pienoishelikopteri, jolla voi lentää turvallisemmin ahtaammissakin paikoissa. Tällä hetkellä houkuttelevimmat UAV-sovellukset kaupalliseen toimintaan liittyvät ympäristön mittaamiseen, jossa operointi tapahtuu asutuskeskusten ulkopuolella. Palveluiden hinnoittelussa on otettava huomioon laitteiden luotettavuuden aiheuttama riskilisä.

Suomen markkinat UAV-toiminnalle ovat melko pienet verrattuna muihin suuremman väkiluvun maihin. Suomen erityispiirteinä muihin maihin verrattuna on asumattomien seutujen laajuus ja metsien suuri määrä. Ne tarjoavat mahdollisuudet erityisesti ympäristöön liittyvän datan keräämiseen. Vuodenaikojen asettamat rajoitteet voivat haitata toimintaa ja tehdä siitä riskialtista. Pimeän ajan suuri määrä asettaa haasteita, mutta voi tarjota myös mahdollisuuksia. Näkyvän valon alueella tapahtuvia mittauksia ei voi toteuttaa talviaikaan kuin muutamia tunteja päivässä, mutta ratkaisuna voi olla infrapuna-alueen laitteiden käyttö, joka mahdollistaa pimeällä operoinnin. Erityispiirteet voivat tarjota mahdollisuuden hyödyntää UAV-laitteita aloilla, joihin niitä ei juuri kaupallisesti ole käytetty. Lumensyvyuden mittaus ja kevään tulvien arviointi voisi olla yksi mahdollisista tulevaisuuden alueista pohjoisille seuduille [58].

UAV-järjestelmien avulla on mahdollista toteuttaa monia toimintoja kustannus-
tehokkaammin kuin perinteisillä miehitetyillä lentokoneilla ja helikoptereilla. Lisäksi UAV-laitteet kykenevät operoimaan matalammalla ja ahtaammissa paikoissa kuin perinteiset lentolaitteet. Tämä mahdollistaa uusien kaupallisten sovellusten kehittämisen sekä entisten tehostamisen.

Suomen oloihin sopivia UAV-laitteiden (MTOW <20kg) käyttökohteita ovat:

- Etsintä ja pelastus
- Metsäpalojen havainnointi
- Ympäristön valvonta (esim. liikenteen päästöjen mittaus)
- Ilmastotutkimus
- Metsäntutkimus
- Maanviljely
- Kaivosteollisuus
- Teknisen infrastruktuurin seuranta (tuulivoimalat, savupiiput, padot yms.)
- Markkinointi
- Viihde.

Luvussa 2 esitettyjen potentiaalisimpien UAV-markkinoiden ja suomalaisten erikoispiirteiden pohjalta suunnitellaan muutama tiettyyn markkina-alueeseen keskittyvä konsepti, joka voidaan toteuttaa samanlaisella kalustolla.

7.2 Palvelupaketit

UAV-palvelut ja niiden luonteet voivat poiketa hyvin paljon toisistaan, jolloin erilaisten palveluiden tuottaminen ei onnistu samoilla UAV-laitteilla ja hyötykuormilla. Esimerkiksi rajavalvonnan ja kiinteistöjen ilmakuvauksen tuottaminen samalla laitteistolla on erittäin epäedullista taloudellisesti ja käytännöllisesti.

Tietyn UAV-palvelun tuottaminen vaatii tietyt käytettävissä olevat resurssit. Palveluita tuottava yritys voi tietyllä kalustolla ja osaamisella hoitaa monia toimintoja. Palvelupaketeista ei luoda liiketoimintakonsepteja, mutta jokaisessa konseptissa on huomioitu kaupallisen hyödyntämisen mahdollisuus ja arvonaluonnin toimintamalli.

Palvelukonsepteja luodessa pyritään siihen, että jokainen konsepti kattaa useita hyödynnettäviä sovelluskohteita. Tällä pyritään välttämään liiallinen segmentoituminen tietyllä markkina-alueelle ja näin vähennetään taloudellista riskiä. Yleiset taloudellisen tilanteen heilahtelut voivat vaikuttaa merkittävästi joihinkin tuotettaviin palveluihin, jolloin palvelutarjonnan on hyvä olla hieman laaja-alaisempi jakautuen esimerkiksi useammalle teollisuuden osa-alueelle. UAV-toiminnan ollessa vielä uutta, palveluiden kysynnän ennustaminen tietyltä segmentiltä on haastavaa.

7.2.1 Paikkatietopalvelut

Paikkatietopalvelut-konseptissa hyödynnetään vahvaa teknologista osaamista paikkatietopalveluista ja UAV-laitteista. Konsepti tarjotaan asiakkaalle henkilökohtaisia räätälöityjä palveluita ja parhaita ratkaisuja ongelmiin. Monissa sovelluksissa tiedolla ei tee mitään, jos se ei ole sidottu paikkaan. Tämä konsepti keskittyy paikkatietopalveluiden tuottamiseen, jossa kerätään asiakkaille haluttua tietoa ja luodaan malleja kerätyn datan pohjalta. Paikkatietopalveluissa vaaditaan datan käsittelyä ja tietoa asiakkaiden toiveista tiedon hyödyntämisessä heidän omassa liiketoimissaan. Tämä vaatii henkilökohtaista palvelua, joka on palvelukonseptissa merkittävässä roolissa. Myös kerätyn datan käsittely on hyvin merkittävässä roolissa tässä konseptissa.

Potentiaalisimpia palveluiden käyttökohteita:

- Metsät (mm. inventointi, puulajitiedot)
- Maanviljely (mm. täsmäviljely, seuranta)
- Sähkölinjojen tarkastus
- Kaivosten ja maa-alueiden kartoitus.

Laserkeilauksesta on tullut merkittävä mittaustapa metsien kasvun seuraamisessa ja puuston tilavuuden mittaamisessa. Metsiä hakataan yleensä 1-2 hehtaarin kokoisilta alueilta, jolloin koko metsäalueen kattava luotettava tieto on tärkeää ammattimaisessa metsätaloudessa. Yksittäisten puiden tulkinta tuottaa tietoa puuntarkkuudella, kun taas halvempi ja yleisempi malli perustuu tilastollisiin riippuvuussuhteisiin, jossa luodaan ennustemalli puustotunnuksille, kuten pohjapinta-alalle, pituudelle ja tilavuudelle. Satelliittitason kuvia hyödyntämällä puiden tilavuuden mittauksessa ennustevirhe on 35-50 prosenttia. Lentokoneesta mitattaessa ennustevirhe putoaa noin 5-10 prosenttiin. Laserkeilauksella saadaan puuston kokonaiskuva, mutta hallinta eri puulajien välillä on vielä tutkimuksen alla. Eri puulajien välinen ero saadaan kuitenkin selville yhdistämällä laserkeilaukseen digitaalinen ilmakekuva. [59]

Suomen suurimmat yhtenäiset metsäalueet ovat valtion ja metsäyhtiöiden hallussa, kun taas yksityisomistuksessa olevat metsät ovat usein pieniä ja hajanaisia alueita. Yksityishenkilöt omistivat vuonna 2008 yli puolet maan metsäpinta-alasta ja yli viidensadan hehtaarin metsätiloja oli 279 kappaletta. [60]. Perinteisestä ilma-alueesta tehtävä laserkeilaus vaatii suuren tarkastelualueen, jotta hehtaarihinta saadaan pieneksi, jolloin laserkeilauksen hinta on noin 2-3 euroa hehtaarilta [61]. UAV-laitteilla tehtävä laserkeilaus ei edellytä yhtä isoa mittausaluetta, jotta se olisi kannattavaa. Lisäksi UAV-laitteen saa ilmaan nopealla varoitusaajalla ja edullisin kustannuksin.

Viljelysten kasvun ja tuholaitosten seuranta onnistuu hyvin UAV-laitteella. Täsmäviljelyssä ilmakekuvista saadaan tietoa esimerkiksi vihermassan määrästä ja sato-odotuksista eri peltoalueilla. Tietojen perusteella voidaan kohdistaa lannoitusta tai suojeleaineita juuri oikeisiin kohtiin.

Harvaanasutussa Suomessa on paljon sähkölinjoja, jotka ovat alttiita myrskytuhoille ja muille pienemmille vaurioille. Pelkästään ilmajohtoina rakennettua suurjänniteverkkoa on koko maassa noin 22 400 kilometriä, jonka lisäksi matalampijännitteisiä verkkoja on moninkertaisesti. [62]

Kaivosten ja maa-alueiden kaukokartoituspalvelut sisältävät maankäytön ja rakentamisen suunnittelua. Kaivosteollisuudessa tutkittavat pinta-alat ovat suuria ja sijaitsevat harvaanasutuilla seuduilla, jolloin operointi on helppoa.

7.2.2 Mittaus ja valvonta

Valvonta- ja mittauskonseptissa tuotetaan yksilöllisesti suunniteltuja valvonta- ja mittausspalveluja, jotka pohjautuvat valmiisiin ennalta suunniteltuihin raameihin. Konsepti perustuu UAV-laitteeseen, johon on mahdollisuus asentaa erilaisia mitta- ja kameralaitteita asiakkaan toiveiden mukaan. Peruspalveluna tarjotaan valvonta- ja mittausspalvelua, johon asiakas voi halutessaan liittää yksilöllisiä toimintoja. Palvelut voivat olla esimerkiksi tietyn ympäristölle haitallisen aineen pitoisuuden mittaus, joka

toteutetaan tarkoitusta varten suunnitellulla UAV-laitteeseen sopivalla mittauskalustolla. Mittauskalustoa ostetaan tai vuokrataan ulkopuoliselta yritykseltä asiakkaan tarpeiden mukaan. Tässä konseptissa datan käsittely ei ole niin keskeisessä asemassa kuin paikkatietopalveluissa.

Mahdollisia sovelluskohteita ovat:

- Liikenteen valvonta (maalla ja merellä)
- Liikenteen ja teollisuuden päästöjen mittaus (maalla ja merellä)
- Palontorjunta ja pelastustoimi
- Ilmastomittaukset
- Ilmaston ja ympäristön seuranta (jää-, lumi- ja levätilanne).

Liikennemäärät maalla ja merellä lisääntyvät nopeasti. Teollisuuden ja liikenteen päästöihin kiinnitetään entistä enemmän huomiota ja ilmastolliset mittaukset ovat jatkuvan tarkastelun alla säätiedon ennustamisessa sekä ilmastotutkimuksessa.

UAV-järjestelmät ovat erityisen käytännöllisiä vaikeasti lähestyttävien kohteiden seurantaan. UAV-laitteeseen kiinnitetty mittausinstrumentti kykenee mittaamaan esimerkiksi tehtaiden, voimalalaitosten ja laivojen savukaasujen pitoisuuksia. Kiinteästi asennettavia mittalaitteita ei tarvitse käyttää, vaan UAV-järjestelmä ohjataan paikalle ja tehdään mittaus mitattavaa kohdetta häiritsemättä.

Laivojen pakokaasujen mittausta UAV-järjestelmää käyttäen on kokeiltu hyvin tuloksin. Eräissä tutkimuksissa oli tarkoitus löytää kaukokartoitusmenetelmiä rikin ja typen oksidien havainnointiin laivojen pakokaasuista. Optisten menetelmien (LIDAR) käyttö rannalta suoritettuna tuotti hyviä tuloksia, mutta tulosten analysointiin tarvittiin vertikaalisen tuulennopeuden profiilitietoja sekä rikkioksidin pitoisuuksien laskemista varten tietoa laivan polttoaineenkulutuksesta. Jokapäiväistä käyttöä ajatellen oheistietojen hankkimisen takia optiset mittaukset tulevat liian monimutkaisiksi. UAV-järjestelmän käyttö osoittautui luotettavaksi menetelmäksi kerätä informaatiota. UAV-järjestelmässä käytettiin elektrokemiallista sensoria rikki- ja typpioksidien havaitsemiseen sekä mittaria hiilidioksidia määrän selvittämiseksi. Mukana olivat lisäksi lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittalaitteet. Tutkimuksen mukaan laivojen päästömittaus olisi luotettavin suorittaa muualla kuin satamien lähellä. Avomerellä tapahtuva mittaus olisi paras vaihtoehto samanlaisen jatkuvan kuormitustilanteen ja muiden päästölähteiden puuttumisen takia. [63]

Miehittämätöntä helikopteria on käytetty hyväksi myös tulivuoritutkimuksessa mittaamaan tuliperäisten kaasujen hiilidioksidi- ja rikkipitoisuuksia [64]. Mittauksissa käytettiin ultraviolettii- ja infrapunavalon spektrometreja sekä elektrokemiallista sensoria rikkidioksidin pitoisuuden mittaamiseen. Tutkimus osoitti UAV-laitteiden soveltuvuuden kyseisen informaation saamiseen. Käytettävät laitteistot oli koottu pääosin kaupallisista komponenteista ja ovat sovellettavissa myös muiden päästöjen mittaukseen.

Magnetometrillä voidaan tutkia vallitsevien magneettikenttien suuruutta ja suuntia ja se on hyödyllinen maaperän tutkimisessa. Magnetometrit ovat perinteisesti suuria ja kalliita laitteita, mutta kevyempiä ratkaisuja UAV-käyttöön on jo kokeiltu. Eräissä

tutkimuksessa tulokset eivät vielä olleet täysin tyydyttäviä turbulenssien aiheuttaessa koneen kallistelua, mikä vaikutti myös magnetometrin toimintaan [65]. Tulevaisuudessa magnetometrin käytön voi ennustaa tulevan yleisemmäksi myös UAV-puolella.

7.2.3 Kuvauspalvelut

UAV soveltuu hyvin erilaisten infrastruktuurikohteiden kuvaamiseen, etsintään ja viihdepalveluihin. Kuvauskonseptin käyttö perustuu EO-kameroihin ja lentävään VTOL-laitteeseen. Mahdollisia kaupallisia kohteita ovat:

- Kiinteistöjen, rakennuskohteiden ja maa-alueiden kuvaaminen.
- Korkeiden ja vaikeasti saavutettavien kohteiden kuvaaminen (esim. tuulivoimalat, savupiiput, antennit ja korkeat rakennukset).
- Liikennevalvonta, massatapahtumat.
- TV-tuotanto.
- Etsintä- ja pelastustoimi.

VTOL-laite on tehokas tiheästi asutuilla seuduilla, joissa nousuun ja laskuun tarvittavaa tilaa ei ole helposti saatavilla. Helikopterin lentoreitti voidaan suunnitella helpommin sellaiseksi, ettei siitä aiheudu haittaa sivullisille. UAV-helikopteri voi lentää tarkasti ja suunnitellusti ahtaissakin paikoissa mahdollistaen kuvaamisen halutulta korkeudelta. Helikopterin parhaat kaupalliset hyödyntämismahdollisuudet ovat näkyvänvalon alueella kuvaamisessa.

7.3 UAV-kaluston hankinta

Kaupallisen UAV-järjestelmän vaatimat laite- ja ohjelmistoinvestoinnit täytyy todennäköisesti toteuttaa ostamalla ne ulkomailta, jolloin valuuttakurssit ja tullit voivat vaikuttaa merkittävästi kustannuksiin.

UAV-järjestelmän kannattavuutta arvioitaessa valuuttakurssit voivat vaikuttaa merkittävästi hankinnan kannattavuuteen. Monet UAV-valmistajat ja hyötykuormia myyvät yritykset myyvät tuotteitaan Yhdysvaltain dollareissa. Viimeisen kolmen vuoden aikana (vuosina 2008 – 2011) valuuttakurssin vaihtelut dollarin ja euron välillä ovat olleet yli 30 % [66]. Lisäksi täytyy laskea rahtikulut ja mahdolliset tullimaksut, jotka tulee maksaa Euroopan unionin ulkopuolelta saapuville tavaroille.

Suomeen sopivaa kaupallista UAV-konseptia arvioitaessa tulee huomioida ilmailumääräysten asettamat rajoitteet. Laitteinvestoinneissa tulee arvioida laitteiden koko ja laajennettavuus, sekä ilmaston asettamat rajoitukset. Tällä hetkellä UAV-laite ei saa poistua lentäjän näkökentästä, mikä rajoittaa niiden toimintaa suuresti. VTOL-laitteella operointi on hyvin toteutettavissa lain rajoitteiden puitteissa. UAV-laitteen kaupallinen operointi näkyvyysalueen ulkopuolelle tulee ehkä mahdolliseksi muutamien vuosien sisällä. Investoiminen laajempiin laitekokonaisuuksiin voi olla riskialtista valmiin lainsäädäntötiedon puuttuessa.

7.4 Kannattavuus

Kaupallisen toiminnan kannattavuutta ei voi tarkasti ennustaa, mutta suuntaa antavia kannattavuuden arvioita voi laskea. Hyvä ja selkeä tapa on katetuottoon perustuva

laskelma, jossa kustannukset jaetaan muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin. Tällä saadaan laskettua kriittinen piste, jossa myyntituotot juuri kattavat kustannukset.

Asiakkaalle tuotetut palvelut ja niistä saadut maksut ovat yrityksen myyntituottoja. Myyntituotoista vähennetään palveluiden tuottamiseen kuluneet kustannukset, jolloin saadaan katetuotto. Katetuotossa myyntituloista on siis vähennetty vain hankinnan ja tuotannon kustannukset. Katetuotosta vähennetään kiinteät kustannukset eli kaikki ei-valmistukseen suoraan liittyvät kustannukset. Näitä ovat esimerkiksi hallinnon palkat, toimitilavuokrat, markkinointi, vakuutukset ja sähkö. Tästä saadaan käyttökate, josta vähennetään vielä poistot ja korot, jolloin lopulta saadaan yrityksen nettotulos.

Myyntituotot (liikevaihto)

- muuttuvat kustannukset

= Katetuotto

- kiinteät kustannukset

= Käyttökate

- poistot

- korot

= Nettotulos (liikevoitto)

8 Potentiaaliset UAV-palvelukonseptit

Tässä luvussa esitellään kaksi potentiaalista UAV-palvelukonseptia, jotka pohjautuvat aiemmin esiteltyihin teorioihin ja UAV-markkinoiden mahdollisuuksiin. Ensimmäinen palvelukonsepti keskittyy vahvasti asiakkaan yksilöllisen tarpeen kartoitukseen, oikeanlaiseen toteutukseen ja parhaaseen lopputulokseen. Toinen palvelukonsepti sisältää vähemmän yksilöllistä toteutusta, joka pohjautuu valmiiseen hinnoittelumalliin, nopeuteen ja tehokkuuteen.

Palvelukonseptien alussa selitetään perusteet konseptin tarpeellisuudelle ja näkökulmia käytännön hyödyntämiselle. Sen jälkeen keskitytään liiketoimintamallin luomiseen, jossa tehdään palvelun yksityiskohtaisempi kuvaus. Lopuksi selvitetään konseptin taloudellisia näkökulmia ja lasketaan esimerkkikonseptin kannattavan toiminnan edellytyksiä.

8.1 Integraattoriin perustuva liiketoimintakonsepti

Palvelukonsepti perustuu palveluiden välittäjän, integraattorin asiantuntijuuteen ja kykyyn tarjota kattavia palveluita asiakkaille. Asiakkaalta ei vaadita alan osaamista. Yritys ei itse omista UAV-laitteita eikä harjoita lentotoimintaa. Operoinnin hoitavat alihankkijat ja yritys keskittyy hyödyntämään osaamistaan kokoamalla palveluita ja muokkaamalla niitä asiakkaan toiveiden mukaiseksi. Yritys tuottaa itse datan muokkaukseen liittyviä tehtäviä, joilla saadaan lisäarvontuottoa. Yrityksen tärkein tehtävä on hankkia tarvittava osaaminen, jotta päästään haluttuun ratkaisuun.

Integraattoriyritys toimittaa asiakkaiden haluamia palveluita, jotka voivat olla yksittäisiä toimeksiantoja tai laajoja pidempiaikaisia asiakkuussuhteita. Asiakas voi esimerkiksi tilata laajan metsäntutkimuksen, joka kattaa datan keräyksen, analysoinnin ja tarpeellisten toimenpiteiden kartoituksen. Integraattoriyritys ostaa datan keräyksen lentotoimintaa harjoittavilta operaattoreilta ja käyttää hyödyksi omaa ammattitaitoa datan muokkauksen alueella. Tarpeellisten toimenpiteiden kartoitus voidaan toteuttaa ulkopuolisten ammattilaisten avustuksella, jolloin asiakas saa valmiin ratkaisun ongelmaansa.

Integraattoriyrityksen ydintoimintoa on palveluiden välitys ja kokoaminen. Avustaviin palveluihin voidaan lukea datan käsittely ja lisäpalveluina tarjotaan mm. konsultointia. Yritys tarjoaa palveluita kaikenkokoisille yrityksille.

8.1.1 Liiketoimintamalli

Liiketoimintamallin nimi ja palvelun kuvaus:	Integraattorimalli. Asiakas asioi integraattorin kanssa, joka kokoaa ja toimittaa asiakkaan haluaman palvelun. Täyden palvelun konseptissa asiakkaalle toimitetaan haluttu informaatio halutussa muodossa ja kaikki palvelut vaivattomasti samasta paikasta.
--	--

- Arvonluonti:** Asiakkaiden ongelmien ratkaisu on yksilöllistä ja jokainen tapaus toteutetaan luoden mahdollisimman paljon arvoa asiakkaalle. Tämä vaatii asiakkaan liiketoiminnan arvonmuodostumisen ymmärtämistä. Arvon luonti pohjautuu arvopajamalliin, joka perustuu osaamiseen ja tietoon. Yrityksellä on ammattitaitoa toteuttaa ratkaisuja, jotka ovat laadukkaita ja joihin muut eivät pysty. Avainasemassa ratkaisujen luonnissa on ammattimaisen tiedon ja osaamisen hyödyntäminen. Painotus on asiakkaan ongelman ratkaisussa, johon käytetään tarvittavat resurssit.
- Yritys ostaa ja kokoaa asiakkaan tarvitsemia palveluita. Paikkatieto- ja kuvankäsittelypalveluita se tuottaa itse. Asiakkaalle tarjotaan kokonaisratkaisuja lisäpalveluiden kera, jolloin asiakas hyötyy enemmän saaden kaikki palvelut samasta paikasta vähällä vaivalla. Toisin sanoen palvelu on hyvin asiakaslähtöistä.
- Palveluiden runko perustuu hyödynnettävään tekniikkaan ja sovellusmahdollisuuksiin. Kerätty data käsitellään ja annetaan asiakkaalle halutussa muodossa.
- Ansaintamalli:** Palveluiden hinnoittelu perustuu kokonaisratkaisun kustannuksiin, joka voi vaihdella sen mukaan, mitä palveluita kokonaisuuteen halutaan sisällyttää. Hinnoittelu pohjautuu alihankinnasta aiheutuviin tuotantokustannuksiin ja sen päälle lisättävään katteeseen sekä asiantuntijan käytöstä aiheutuviin tuntipohjaisiin kustannuksiin. Vastaavia yrityksiä ei vielä ole, joten aluksi kilpailu on vähäistä ja katteessa voi olla uutuusarvosta johtuvaa lisää.
- Tuotto saadaan ainoastaan valmiista toimitetusta palvelusta. Lisäpalveluilla saadaan kasvatettua tuottoja luoden asiakkaalle lisäarvoa. Yrityksen tuotto ja arvon tuottaminen pohjautuu datan ja tiedon keräykseen, käsittelyyn ja pakettiin. Konseptiin liittyvät muut palvelut, kuten konsultointi lisäävät osaltaan asiakkaan arvoa mahdollistaen yrityksen tulojen kasvun. Sopimukset asiakkaiden kanssa ovat tapauskohtaisia, mutta voivat olla myös jatkuvia toimeksiantoja.
- Asiakkaat:** Potentiaalisia asiakkaita ovat kaikki, jotka eivät halua sitouttaa resurssejaan UAV-toimintaan, vaan ostavat mieluummin valmiita palveluita tai konsultointia. Asiakkaat voivat olla isoja organisaatioita tai pieniä yrityksiä. UAV-toimintaa jo toteuttavatkin yritykset voivat ostaa palveluita, joita he eivät itse tuota.

- Markkinointi ja myynti:** Markkinointi kannattaa kohdistaa alussa kaukokartoituspalveluita käyttäviin yrityksiin. Näillä yrityksillä on valmista tarvetta palveluille. Palveluita kannattaa markkinoida myös yrityksille, jotka eivät välttämättä vielä hyödynnä kaukokartoitusmenetelmiä, koska eivät ole niistä tietoisia. Markkina-alueen ei tarvitse olla pelkästään Suomessa, koska integraattoriyritys ei itse operoi UAV-laitteilla, joten sillä ei ole rajoituksia asiakkaiden sijainnin suhteen.
- Ulkopuolinen ammattitaitoinen myyntiorganisaatio voi saada aikaan hyviä tuloksia, mihin oma henkilöstö ei välttämättä kykene. Onnistuneeseen myyntiprosessiin tarvitaan alan tietämystä, mikä voidaan toteuttaa myyjien kouluttamisella. Samanlaista palvelukonseptia ei ole Suomessa tarjolla, joten kilpailua ei vielä ole. Alan kasvaessa kilpailu varmasti kovenee.
- Jakelukanava:** Palvelukonseptin luonne perustuu asiakkaan palveluun, jolloin henkilökohtaiset suhteet asiakkaisiin ovat tärkeitä. Asiakastoimitukset voivat olla isoja kokonaisuuksia, jolloin suhteet asiakkaisiin korostuvat asiakaskontaktien suuren määrän johdosta. Toimitukset hoidetaan itse ja varmistetaan, että asiakas saa varmasti juuri tilaamansa palvelut ja on niihin tyytyväinen.
- Partneriverkosto:** Integraattoriyritys ei toteuta lentotoimintaa, vaan ostaa palvelut ulkopuolisilta yrityksiltä. Yrityksellä on valmiita suhteita operaattoreiden ja muiden toimijoiden kanssa, mutta ei kiinteitä kumppaniyrityksiä. Palvelut voidaan ostaa sieltä, mistä se on kulloisenkin palvelun kannalta paras hankkia.
- Lentotoimintaa harjoittavat ja oheispalveluita tuottavat yritykset ovat tärkeässä asemassa yrityksen menestymisessä. Yhteistyöyrityksiä ja kontakteja tulee olla riittävä määrä, jotta varmistetaan riittävä palvelutarjonta monipuolisiin kokonaisu-toimituksiin. Integraattoriyritys ottaa vastuun toimittamistaan palveluista ja niiden toimivuudesta, jolloin alihankkijoilta ostetun palvelun tasoa on seurattava.
- Resurssit:** Osaavan henkilöstön riittävä määrä on erittäin tärkeää asiantuntijuuteen perustuvassa yrityksessä. Investointikustannukset ovat pienet, koska tarvittava kalusto koostuu lähinnä tietokoneista ja ohjelmistoista.
- Innovointimalli:** Integraattoriyritys voi laajentaa yrityksen sisäistä palvelutuotantoaan, jolla saavutettaisiin lisäarvoa tuotettuihin palveluihin. Integraattoriyrityksellä on UAV-toimintaan liittyvää ammattitaitoa, jota voi hyödyntää tuottamalla esimerkiksi koulutuspalveluita tai tutkimus- ja kehitystoimintaa.

Taulukossa 5 on esitetty konseptin SWOT-analyysi.

Taulukko 5. Palveluiden välittäjä -mallin SWOT-analyysi.

<p>Vahvuudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teknologinen osaaminen - Palveluiden käyttö ei vaadi asiakkaalta UAV-tietämystä - Henkilökohtainen ja parasta kokonaisratkaisua etsivä palvelu - Palvelut sopivat kaikenkokoisille yrityksille ja kaikenlaisiin tarpeisiin - Osa riskeistä siirtyy alihankkijoille ja investointitarve vähenee 	<p>Heikkoudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Palveluiden tuottaminen hidasta moniportaaisessa ketjussa - Asiakas ei välttämättä ole valmis maksamaan lisähintaa palveluiden välittämisestä - Palveluiden tuottaminen on riippuvaista mm. operoivista yrityksistä
<p>Mahdollisuudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Markkinoiden koko kasvaa ja uusia sovelluskohteita kehittyy - Alan kasvu hyödyttää kaikkia ja UAV-sovellusten yleistymisen lisää tunnettavuutta ja kysyntää - Kaukokartoituksen teknologiat kehittyvät UAV:hin sopiviksi 	<p>Uhat</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kilpailun lisääntyminen - Isojen organisaatioiden haluttomuus ja kankeus muuttaa toimivia toimintamalleja - Asiakkaan yhteydenpidon lisääntyminen suoraan palvelun tuottajaan - Asiakkaat voivat vieroksua uutta heille tuntematonta tekniikkaa eivätkä ymmärrä mahdollisuuksia - Asiakkaiden liiketoiminnan ymmärrys liian vähäistä - Viranomais määräykset UAV-toiminnalle

8.1.2 Kannattavuuslaskelmat

Tarkastellaan millaiset taloudelliset edellytykset edellä kuvatuunlaisella yrityksellä olisi menestyä. Yritys ei osallistu operatiiviseen toimintaan, jolloin sen alkuinvestoinnit ovat vähäisiä. Suurimmat investointikulut aiheutuvat paikkatieto- ja kuvankäsittelyohjelmien hankinnasta ja yrityksen muista mahdollisista aloituskustannuksista. Taulukossa 6 on listattu yrityksen investointitarve.

Taulukko 6. Palveluiden välittäjä -mallin alkuinvestointitarve.

Kuluerä	Lisätietoa	Hinta
Tietokoneet 2 kpl.	max. 2000 €/kpl	4 000 €
ArcGIS paikkatietopalveluohjelmistot ja kuvankäsittelyohjelmistot	max. 10 000 €	10 000 €

Muut yrityksen aloituskustannukset (Internetsivut, huonekalut yms.)	max. 10 000 €	10 000 €
Kokonaiskustannukset		n. 24 000 €

Yrityksen kiinteät kustannukset koostuvat palkoista, vuokrasta, myynnin ja markkinoinnin kuluista sekä hallinnon ja muiden kulujen kokonaisuudesta. Muuttuvat kustannukset liittyvät alihankinnasta aiheutuviin kustannuksiin. Oletetaan, että puolet yrityksen laskutuksesta koostuu alihankinnan aiheuttamista kuluista. Se on mahdollista yritykselle, joka ostaa kaiken UAV-laitteilla operoinnin alihankintana. Toinen puoli laskutuksesta koostuu palveluiden välityksen katteesta ja työntekijöiden tuntiperusteisesta käytöstä datan muokkauksessa ja konsultoinnissa. Taulukkoon 7 on listattu yrityksen jatkuvia kuukausittaisia kustannuksia.

Taulukko 7. Palveluiden välittäjä -mallin kuukausittaiset kustannukset.

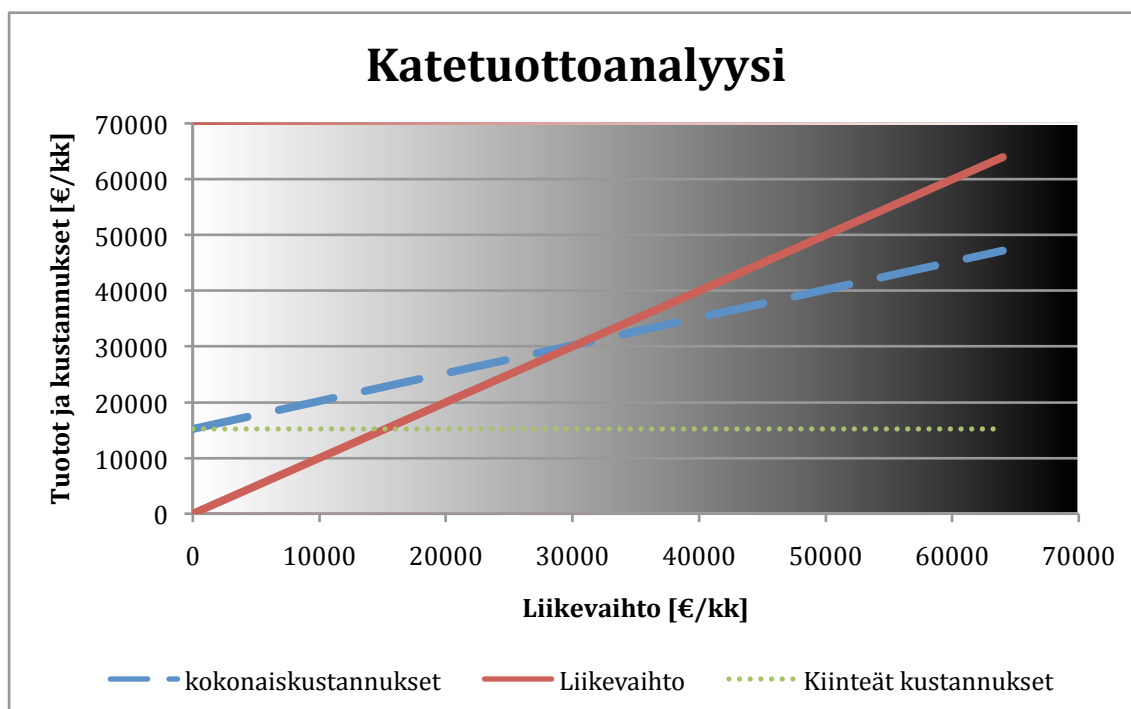
Kiinteät kustannukset	
2 henkilön palkka sivukuluineen (palkka 4000 €)	12 000 €
Toimitilavuokra	1 000€
Myynti ja markkinointi	1 000€
Hallinto, sähkö, puhelimet, vakuutukset yms.	500€
Kiinteät kustannukset yhteensä	14 500 €
Muuttuvat kustannukset	
Alihankinnan kustannukset	50 % liikevaihdosta
Poistot	
Investointikustannusten (24 000 €) kolmen vuoden takaisinmaksu 4 %:n korolla	n. 709 €/kk

Yrityksen tulot koostuvat katteesta, joka tulee palveluiden välittämisestä ja kokoamisesta sekä asiantuntijan työn laskutuksesta. Alihankinnan aiheuttamat kustannukset siirtyvät suoraan asiakkaan laskutukseen, johon lisätään yritykselle jäävä kate. Asiantuntijan konsultointiapu tai datan käsittely hinnoitellaan tuntiperusteisesti. Taulukko 8 esittää tämän konseptin hinnoittelumallin. Jos alihankkijan palveluiden käyttäminen maksaa yritykselle esimerkiksi 5000 euroa, lisätään siihen yrityksen kate, jolloin asiakasta laskutetaan 6750 euroa.

Taulukko 8. Konseptin hinnoittelumalli.

Alihankinnan kate	35 % kustannuksista
Asiantuntijan konsultointiapu tai datan käsittely	150 €/h

Kuvan 16 katetuottoanalyysin kuvaajasta nähdään kriittinen piste, jossa yrityksen liikevaihto ylittää kokonaiskustannukset, jolloin toiminta saavuttaa kannattavuuden rajan. Piste saavutetaan noin 30 000 euron myyntituloilla kuukaudessa.



Kuva 16. Palveluiden välittäjä -mallin katetuottoanalyysi .

Edellisen perusteella 30 000 euron liikevaihdosta 15 000 euroa on alihankinnasta aiheutuvaa kuluja ja kateprosentin osuus on 5250 euroa. Jäljelle jäävä 9750 euroa kohdistetaan asiantuntijoiden käytölle tuntiperusteisesti. Se tekee 65 tuntia asiantuntijatyötä. (10 500 € / 150 €). Se vastaa noin 40 prosenttia yhden henkilön kuukausittaisesta työajasta. Tulos on hyvin mahdollinen paikkatietopalveluita tuotettaessa, koska mm. datan muokkaus ja analysointi on aikaa vievää ja toiminta pohjautuu asiantuntijuudelle.

Edellä esitetty liiketoimintakonsepti on hyvin mahdollinen toteuttaa, vaikka laskelmat ovatkin suuntaa antavia.

8.2 Suoratoimitukseen perustuva liiketoimintakonsepti

Palvelukonsepti perustuu suoratoimitukseen. Asiakas kommunikoi suoraan palveluita tuottavan yrityksen kanssa, joka toimittaa asiakkaan haluaman palvelun. Yritys on keskittynyt tuottamaan luvussa 7 esiteltyjä ilmakehuvaus-, mittaus- ja valvontapalveluita. Palvelut tuotetaan kahdella laivastolla, joista toinen perustuu kiinteäsiipisiin UAV-laitteisiin ja toinen VTOL-laitteisiin. Erityyppiset laivastot mahdollistavat monipuolisen toiminnan niin ahtaissa kaupunkiympäristöissä kuin myös suuria välimatkoja lennettäessä.

Yritys keskittyy palvelemaan suurempia yrityksiä ja organisaatioita, mutta tarjoaa palveluita myös pienemmille toimijoille. Mittaus- ja valvontapalveluiden luonne on sellainen, että sen käyttäjät ovat suurempia toimijoita, joista useat ovat jo aiemmin käyttäneet miehitettyjen lentokoneiden avulla toteutettuja palveluita. UAV-laitteiden käyttäminen korvaa näitä palveluita ja mahdollistaa kokonaan uusien sovellusten hyödyntämisen. Ilmakehuvauspalvelut ovat suoraviivaisia ja datan käsittelyn tarve tai analysointi on vähäistä, jolloin palvelu hyödyttää myös pieniä tai alaa tuntemattomia yrityksiä.

8.2.1 Liiketoimintamalli

Liiketoimintamallin nimi ja palvelun kuvaus: Kuvaus- ja valvontapalvelut. Palvelukonseptissa tuotetaan ilmakehuvaus-, mittaus- ja valvontapalveluita tehokkaasti ja kilpailukykyiseen hintaan.

Arvonluonti: Palvelu perustuu nopeaan reagointiin ja kilpailukykyiseen hintaan. Asiakas saa tarvitsemansa palvelun nopealla varoitusaajalla.

Arvon luominen perustuu toimitusketjun tehokkuuteen. Asiakasta voidaan palvella kahdella laivastolla ja eri hyötykuormilla luoden tuote- ja palvelukokonaisuuksia, joita voi hyödyntää monipuolisesti erilaisissa tehtävissä. Asiakas saa tarvitsemansa datan nopeasti ja kustannuksiltaan edullisesti.

Palveluiden runko perustuu hyödynnettävään tekniikkaan ja sovellusmahdollisuuksiin. Ydinpalvelua on lentotoiminta ja tiedon keruu. Avustavana palveluna toimii kuvankäsittely. Kerätty data voidaan käsitellä ja toimittaa asiakkaalle halutussa muodossa.

Ansaintamalli: Palveluiden hinnoittelu perustuu tuotantokustannuksiin ja valmiiseen hinnoittelumalliin. Esimerkiksi kuvaamisesta voidaan periä tuntiperusteinen hinta tai kiinteä kokonaishinta. Kiinteä hinta toimii esimerkiksi kiinteistöjen kuvaamisessa, kun taas tuntiperusteinen hinta on perusteltu etsintä- tai viihdekäytössä.

Hinnoittelu on sellainen, että se houkuttelee asiakkaita käyttämään palveluita ja niistä saatu lisäarvo kattaa kustannukset.

Tuotto perustuu datan keräämiseen ja sen välittämiseen asiakkaalle. Kuvaaminen perustuu tuntihintaan, jossa ensimmäinen tunti on kalliimpi ja seuraavat tunnit tulevat edullisemmiksi. Yksinkertaisempia kohteita varten on kohdehinta, jossa asiakkaan haluttu kohde kuvataan ja materiaali toimitetaan asiakkaalle. Asiakas voi myös ostaa kuva-aineiston editointipalveluita tuntihintaan.

Yrityksen ydintoimintaa on operointi, jota tukee kuvien editointipalvelu. Konseptin kannattavuus perustuu suurelle määrälle yksittäisiä toimeksiantoja. Asiakassuhteet voivat myös olla pidempiaikaisia, jolloin aiemmin sovitut menettelytavat ovat tiedossa ja kuva-aineiston välitys saadaan hyvin tehokkaaksi.

Asiakkaat: Yrityksen asiakassegmentti on keskittynyt suurempiin yrityksiin ja organisaatioihin, mutta palvelee myös pieniä toimijoita lähinnä ilmakehuvauspalvelualueella. Potentiaalisia asiakkaita ovat esimerkiksi ilmastotutkimusta tekevät tahot, viranomaistahot, pelastustoimi, kiinteistövälittäjät, tuuli- ja vesivoimaloiden ylläpitäjät, massatapahtumien järjestäjät, televisiotuotantoyhtiöt ja uutistoimistot.

Markkinointi ja myynti: Myynti ja markkinointi kohdennetaan suoraan potentiaalsiin asiakkaisiin, joilla olisi tarvetta edellä kuvatuille palveluille. Markkinointikanavana voi käyttää esimerkiksi messuja tai asiakassegmenttien lehtiä. Palvelut ovat selkeitä ja kohtuullisen helposti ymmärrettävissä, jolloin myyntiä voi tehdä alaan perehtymätönkin. Myyntiä voi hoitaa yrityksen oma henkilöstö tai yritys voi palkata myyntiin ulkopuolista apua pienellä koulutuksella.

Kilpailijoita ovat perinteiset ilmakehuvausta harjoittavat yritykset, joita on Suomessa vielä vähän. Mittaus- ja valvontapalveluita tarjoavia yrityksiä ei vielä ole markkinoilla. Kilpailu on kaiken kaikkiaan hyvin vähäistä.

Jakelukanava: Tuotetun datan tai informaation välitys asiakkaalle hoidetaan heti kuvausten jälkeen, jolloin se on välittömästi hyödynnettävissä. Toimitus hoidetaan asiakkaalle nopeasti sähköisessä muodossa, josta se on tehokkaasti välitettävissä eteenpäin. Data voidaan myös tarvittaessa välittää suoraan UAV-laitteesta (TV-tuotanto).

- Partneriverkosto:** Myyntityön hoitamista voi ulkoistaa partnereiden hoidettavaksi. Mittauskaluston vuokrausta ja niiden kehitystyötä voidaan ostaa ulkopuolisilta tahoilta. Ei ole esimerkiksi järkevää omistaa kaikkia erikoismittalaitteita, joita tarvitaan hyvin harvoin.
- Resurssit:** Palveluiden tuottamiseksi vaaditaan UAV-järjestelmä, hyötykuormat ja henkilöstö. Kumpaankin laivastoon investoidaan aluksi kaksi UAV-laitetta. Hyötykuormia voidaan hyödyntää ristiin eri alustojen kesken, joten niitä ei tarvitse ostaa kaikille UAV-laitteille. Hyötykuormatyypit koostuvat näkyvän valon ja infrapuna-alueen kameroista, mittalaitteista ja kamera-alustoista. Henkilöstöltä vaaditaan vankkaa tietämystä UAV-laitteista ja kuvaamisesta. Ydintoimintaa avustava datan käsittely on yrityksessä pientä. Siihen riittää monipuolinen kuvankäsittelyohjelmisto.
- Innovointimalli:** Palvelua voisi laajentaa entistä monipuolisemmalla UAV-kalustolla. Toinen vaihtoehto on pysyä nykyisessä kalustossa, mutta laajentaa ydinpalvelua tukevia palveluita, jotka toisivat yritykselle lisäarvontuottoa. Esimerkiksi datan käsittelyn lisääminen ja erilaisten pintamallien luominen voisi tuoda lisäarvoa monelle asiakkaalle.

Taulukko 9 sisältää konseptin SWOT-analyysin.

Taulukko 9. Suoratoimitusmallin SWOT-analyysi.

<p>Vahvuudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teknologinen osaaminen - Nopeasti reagoiva ja heti hyödynnettävä palvelu - Selkeä ja kilpailukykyinen hinnoittelu 	<p>Heikkoudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Operointi vaikeaa huonolla säällä - Tietty palveluvalikoima. Jousto vähäistä
<p>Mahdollisuudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alan kasvu hyödyttää kaikkia ja UAV-sovellusten yleistyminen lisää tunnettavuutta ja kysyntää - Kaukokartoituksen teknologiat kehittyvät UAV:hin sopiviksi 	<p>Uhat</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kilpailun lisääntyminen - Asiakkaiden liiketoiminnan ymmärrys liian vähäistä - Isojen organisaatioiden haluttomuus ja kankeus muuttaa toimivia toimintamalleja - Viranomaismääräykset UAV-toiminnalle

8.2.2 Kannattavuuslaskelmat

Edellä kuvatun konseptin kokoaminen ja liiketoiminnan aloittaminen vaatii vähintään kahden henkilön kokopäiväistä työpanosta. Ilmakuvausten suorittaminen helikopterilla sitoo kaksi henkilöä, toisen lentämään ja toisen kuvaamaan, jolloin sitä varten voidaan palkata osa-aikainen työntekijä. Lasketaan seuraavaksi millaiset taloudelliset edellytykset vaatisi perustaa alan yritys. Laskelmat ovat suuntaa antavia.

Taulukkoon 10 on kerätty aiemmin esitellyn yrityksen perustamiseen vaadittavat hankinnat ja niiden hinta-arviot. Laskelmiin on otettu lentovalmiit UAV-järjestelmät ilman hyötykuormaa ja kameralaitteiksi on otettu luvussa 3 esiintyneitä laitteita. Hintoihin ei ole huomioitu mahdollisia tulli- tai rahtimaksuja.

Taulukko 10. Suoratoimituskonseptin hankintakustannukset. (1 EUR=1,3 USD)

Kuluerä	Lisätietoa	Hinta
2 x UAV-lennokkijärjestelmä	max. 30 000 €/kpl	60 000€
2 x UAV-helikopterijärjestelmä	max. 10 000 €/kpl	20 000€
2 x Digitaalikamera	max.1000 €/kpl	2 000€
IR-kamera NIR-alueelle	Tetracam ADC lite (3795 USD)	2 657€
IR-kamera LWIR-alueelle	Flir PathFindIR (2260 USD)	1 582€
Yleisimmät kaasuilmaisimet	Ostettuna tai teetettynä max. 5000 €	5 000€
2 x Kamera-alusta helikoptereille	max. 1000 €/kpl	1 000€
Tietokoneet 3 kpl.	max. 2000 €/kpl	6 000€
3 x Kuvankäsittelyohjelmisto	max. 1000 €/kpl	3 000€
Muut yrityksen aloituskustannukset (Internetsivut, huonekalut yms.)	max. 10 000 €	10 000
Kokonaiskustannukset		n. 111 000

Yrityksen kiinteät kustannukset koostuvat palkoista, toimitilan vuokrasta, myynnin ja markkinoinnin kuluista sekä hallinnon ja muiden kulujen kokonaisuudesta. Kustannuksissa huomioidaan myös vakuutukset kuten vastuu-, kiinteistö- ja ajoneuvovakuutukset sekä mahdolliset UAV-laitteiden vakuuttamiset. Muuttuvat kustannukset liittyvät tuotantokustannuksiin, joita ovat osa-aikaisen työntekijän palkka ja muut tuotantokustannukset. Oletetaan että yrityksen tulot jakautuvat tasan ilmakuvaamisen sekä valvonta- ja mittaustehtävien kanssa. Huomioidaan katetuottolaskelmassa, että osa-aikainen työntekijä on mukana vain ilmakuvauksessa. Taulukkoon 11 on koottu konseptin arvioidut kuukausittaiset kustannukset.

Taulukko 11. Suoratoimituskonseptin kuukausittaiset kustannukset.

Kiinteät kustannukset	
2 henkilön palkka sivukuluineen (palkka 4000 €/kk)	12 000 €
Toimitilavuokra	1 000 €
Myynti- ja markkinointikustannukset	1 000 €
Hallinto, sähkö, kuljetusvälineet yms.	1000 €
Vakuutukset	500 €
Kiinteät kustannukset yhteensä	15 500 €
Muuttuvat kustannukset	
Osa-aikaisen työntekijän palkka (Helikopterikuvauksessa)	50 €/h
Tuotantokustannukset (Muistikortit, polttoaine, logistiikka yms.)	50 €/h
Muuttuvat kustannukset yhteensä	100 €/h
Poistot	
Investointikustannusten (111 000 €) viiden vuoden takaisinmaksu 4 %:n korolla	2 026 €/kk

Palveluiden luonne on sellainen, että niitä varten voidaan luoda valmis hinnoittelumalli. Se perustuu tuntiveloitukseen, jossa ensimmäinen tunti on hieman kalliimpi kuin seuraavat. Otetaan alan hinnoitteluun esimerkkiä maailmalla toimivista ilma-kuvausyrityksistä [67].

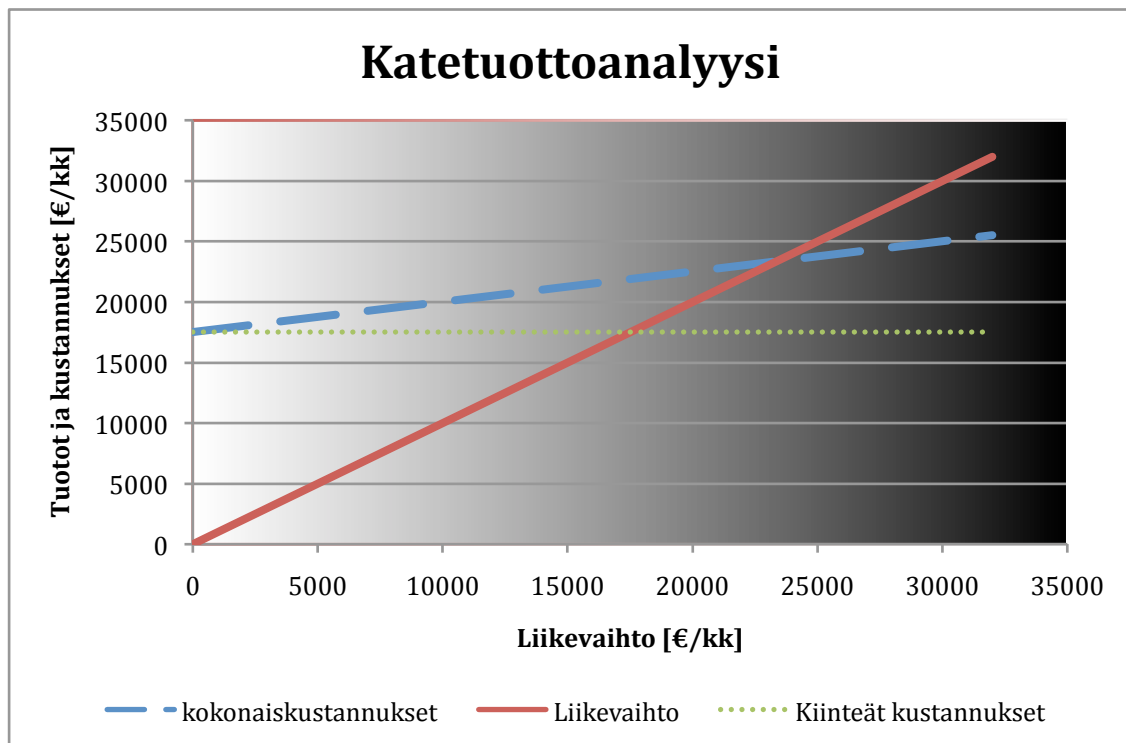
Tietyn kohteen kuten kiinteistön kuvaus voidaan laskuttaa kohdekohtaisesti. Mittaus- ja valvontatehtävät vaativat perusteellisemman etukäteissuunnitelman, valmistelun sekä mahdollisen kaluston kalibroinnin ja muokkauksen, jolloin tuntihinnasta tulee korkeampi kuin kuvaamisessa. Veden päällä lentäminen on riskialtista mahdollisen häiriötilanteen sattuessa, jolloin koko UAV-laite saatetaan menettää. Tätä varten hinnoittelussa on 30 %:n riskilisä. Konseptin hinnoittelumalli on esitetty taulukossa 12.

Taulukko 12. Suoratoimituskonseptin hinnoittelumalli.

Kuvaaminen	Ensimmäinen tunti	300 €/h
	Seuraavat tunnit	200 €/h
Mittaus/valvonta	Ensimmäinen tunti	400 €/h
	Seuraavat tunnit	300 €/h
Kuvattava kohde		300 €
Kuvien editointi		80 €/h
Riskilisä		+ 30 %

Oletetaan palveluiden keskihinnaksi 300 €/h ja lasketaan sen perusteella vaadittavat palveluiden myynnit kuukaudessa, joilla saadaan katettua liiketoiminnan kustannukset. Tuotto jakautuu tasan molempien ydinpalvelutyyppeiden kanssa. Osa-aikaista työvoimaa käytetään siis vain osassa palveluista.

Katetuottoanalyysin kriittinen piste nähdään kuvasta 17, jossa yrityksen tulot ovat yhtä suuret kuin kokonaismenot. Kiinteät kustannukset saavutetaan jo noin 17 500 euron tuloilla, mutta vähimmäismyymintimäärä kokonaiskustannusten kattamiseen on noin 23 000 euroa.



Kuva 17. Suoratoimitusmallin katetuottokuvaaja

Kriittinen piste saavutetaan noin 23 000 euron liikevaihdolla. Se vaatisi noin 77 lentotuntia (23 000 € / 300 €/h), mikä tarkoittaa alle neljää lentotuntia jokaisena työpäivänä. Tulos on hyvin mahdollinen lentotoimintaan keskittyvässä yrityksessä. Kahdeksan tunnin työpäivästä tehokasta tuotantoaikaa tulisi olla noin 48%, jotta yritys saisi riittävästi tuloja.

8.3 Aloittavan yrityksen haasteet

Aloittava yritys kohtaa monia haasteita, niin perustamisvaiheessa kuin toiminnan kehittyessäkin. Suomalaisessa tutkimuksessa on kartoitettu aloittavan yrityksen käynnistämisiongelmiä. Siinä suurimmiksi ongelmiksi koettiin talouden laskusuhdanteet ja tekniset ongelmat. Muuten ongelmat olivat usein samoja, mitä jo suunnitteluvaiheessa oli odotettu. Kilpailuvalteiksi yrittäjät mainitsivat mm. hyvän ja yksilöllisen palvelun, erikoistumisen ja hyvät asiakassuhteet. Perusteellisella liiketoiminnan suunnittelulla ja mahdollisten neuvontapalveluiden käytöllä parannetaan liiketoiminnan toimintaedellytyksiä. [68]

Aloittavalta yrityksellä vaaditaan alkupääomaa vielä toiminnan käynnistämisen jälkeiseen aikaan. Riippuu paljon myynnin ja markkinoinnin onnistumisesta, miten nopeasti tavoitellut markkinaosuudet saavutetaan. Aika heti yrityksen perustamisen jälkeen voi olla hyvin hiljaista tulojen suhteen, jolloin jonkinlainen puskurirahasto tai riittävä oma pääoma olisi tarpeen kuukausittaisten menojen kattamiseen.

8.4 Tulevaisuus

Luvussa 2 käytiin läpi UAV-markkinoiden kehitysnäkymiä. Alan yrityksille avautuu paljon mahdollisuuksia erilaisten tuotteiden ja palveluiden kautta. Myös jatkuvasti kehittyvä teknologia vie alan kehitystä eteenpäin tarjoten uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

Sensortechnologia kehittyy, mikä mahdollistaa uusia, monipuolisempia, tarkempia ja kevyempiä laitteita, jolloin kokovaatimukset UAV-laitteille pienenevät. Pienemmät UAV-laitteet sopivat paremmin tiheästi asutuille seuduille ja tiukemmille ilmailuvaatimuksille, jotka koskevat kokonaisuutena. Se mahdollistaa uusia sovelluksia ja avaa uusia palvelumahdollisuuksia. UAV-laitteiden turvallisuus ja luotettavuus lisääntyy käyttökokemusten ja kehityksen myötä. Turvallisuuteen vaikuttaa myös laitteiden kokoluokan pieneneminen. UAV-järjestelmien joustavuutta ja kustannustehokkuutta saadaan kasvatettua hyötykuormien kokoa pienentämällä ja standardoimalla niiden kiinnitykset. [7]

Pienet UAV-laitteet ovat yleensä hankintahinnaltaan alhaisempia kuin isot UAV-laitteet. Se voi laskea alalle pyrkivien tai toimintaa laajentavien yritysten kynnystä investoida UAV-kalustoon.

9 Yhteenveto

Miehittämättömät ilma-alukset ja niihin liittyvät markkinat tuotteiden ja palveluiden osalta ovat yksi ilmailuteollisuuden merkittävimmistä kasvumahdollisuuksista. UAV-laitteet ovat jo laajasti käytössä sotilaspuolella, mutta kaupallisen puolen käyttö on vielä melko vähäistä. Nykyiset ilmailumääräykset rajoittavat UAV-laitteilla operoimista, mutta muutos tähän on odotettavissa lähivuosina. Rajoitteiden poistuttua UAV-laitteille ja palveluille avautuu valtavat markkinamahdollisuudet. UAV-laitteilla voidaan korvata nykyisiä miehitettyjä ilma-aluksia monissa tehtävissä ja näin saavuttaa mm. merkittäviä kustannussäästöjä. UAV-laitteisiin liittyvät erilaiset palvelut tulevat olemaan laaja-alaisia ja merkittävässä asemassa, mistä saadaan viitteitä tarkastelemalla nykyisin saatavilla olevia palveluita. Erilaisia UAV-laitteisiin liittyviä palveluita on saatavilla eripuolilla maailmaa, mutta palvelut Suomessa ovat vielä vähäisiä.

Tämän tutkimuksen tavoite oli kehittää miehittämättömiin ilma-aluksiin perustuvia palvelukonsepteja. Tutkimustyö rajattiin koskemaan vain kaupallista puolta. Sovelluskohteita hyödyntävien UAV-järjestelmien koko pyrittiin rajaamaan pienempiin kokonaisuuksiin. On yleisesti oletettu, että 20 kg tulee olemaan raja, jonka alle jääville UAV-laitteille sovelletaan väljempiä säästöjä.

Työssä perehdyttiin verkkolähteisiin nojautuen maailmalla toimivien kaupallisten UAV-toimijoiden palvelutarjontaan ja liiketoiminnan muodostumiseen. Yritysten palvelutarjonta oli monipuolista kattaen mm. UAV-laitteiden valmistusta, koulutusta ja huoltoa. Suurin osa kaupallisista sovelluksista käyttää hyväkseen sähkö-optisia laitteita, yleisimmin digitaali- ja infrapunakameroita. Erilaiset UAV-laitteisiin liittyvät hyötykuormat tarjoavat monia mahdollisuuksia UAV-laitteiden hyödyntämiseen. Potentiaalisimpina nähdään erilaiset mittalaitteet ja laserkeilaimet, joiden hyödyntäminen erilaisissa ilmastoon ja luontoon liittyvissä mittauksissa tarjoaa potentiaalisia sovelluskohteita. Uuden palvelun kehitys nojautuu kirjallisuudesta saatuihin alan malleihin ja teorioihin. Uuden palvelun kehitysprosessissa käytettiin NSD-prosessin mallia, johon yhdistettiin muita palvelukehitykseen liittyviä käsitteitä, kuten palvelukonseptin ja innovaation käsitteet.

Työssä kehitettiin muutama potentiaalinen palvelupaketti, jotka koostuvat useammasta toisiaan tukevasta sovelluskohteesta. Tarkoitus oli, että näiden palvelupakettien ympärille olisi mahdollista perustaa kannattavaa liiketoimintaa. Palvelun kehittämässä otettiin lähtökohdaksi asiakaskeisyys, joka on palveluyrityksessä erityisen tärkeää. Asiakkaan tietämys UAV-palveluista nousi keskeiseksi palvelun kehittämisen lähtökohdaksi. Palveluiden yhdistämistä harjoittava integraattoriyritys tarjoaa UAV-toimintaa tuntemattomalle asiakkaalle mahdollisuuden hyödyntää UAV-palveluita. Integraattoriyritys toimii erilaisten palveluiden kokoajana ja toimittaa asiakkaalle tämän haluamat palvelukokonaisuudet. Yrityksen toiminta perustuu asiakkaan ongelmien ratkaisuun, johon käytetään tarvittavat resurssit luoden arvoa asiakkaan omiin liiketoimintaprosesseihin. Asiakas voi asioida myös suoraan palveluntarjoajan kanssa, mikäli palvelun luonne tai asiakkaan oma tietämys toiminnoista sen mahdollistaa. Palveluntarjoajan palvelut ovat suoraviivaisempia ja perustuvat enemmän palvelun standardointiin, jossa asiakkaan yksilöllisiä tarpeita ei voida huomioida kovin laajasti.

Edellä esiteltyjen asiakkaan palveluun ja heidän omaan tietämykseen perustuvien palvelumallien pohjalta kehitettiin kaupallisia esimerkkikonsepteja. Niissä tarkasteltiin kaupallisen toiminnan edellytyksiä ja voitiin todeta kaupallisen UAV-toiminnan olevan toteuttamiskelpoista. Esimerkkikonsepteissa ei huomioitu nykyisiä ilmailumääräyksiä, jotka vielä rajoittavat toimintaa. Tämän tutkimuksen katse oli lähitulevaisuudessa, jossa lainsäädäntö mahdollistaa vapaamman miehittämättömillä ilma-aluksilla operoinnin.

Lähteet

- 1 European commission. Study analysing the current activities in the field of UAV. ENTR/2007/065. Second element: Way forward. [Viitattu 1.4.2012] Saatavilla: <http://ec.europa.eu>
- 2 European commission. Study analysing the current activities in the field of UAV. ENTR/2007/065. First element: Status. [Viitattu 1.4.2012] Saatavilla: <http://ec.europa.eu>
- 3 International consultancy group ltd. Uk trade and investment. Report on inward investment in the unmanned aerial vehicle industry. Final report. October 2008.
- 4 Discovery news. Global hawk uav to peek inside damaged reactors. [Viitattu 1.4.2012] Saatavilla: <http://news.discovery.com>
- 5 Aragon-Zavala A. Et al. High-altitude platforms for wireless communications. John Wiley & Sons, Ltd. 2008. ISBN: 978-0-470-51061-2
- 6 Okrent, M. 25 Nations for an aerospace breakthrough. European civil unmanned air vehicle roadmap. Volume 3- strategic research agenda, 2005
- 7 Okrent, M. 25 Nations for an aerospace breakthrough. European civil unmanned air vehicle roadmap. Volume 1- overview. 2005
- 8 Blétard, E. A market report. Helicopter, business jet & uav manufacturing in the us. Bureau AWEX - Houston. 2011
- 9 Smith, M. World unmanned aerial vehicle systems. Market profile and forecast. SUAS News, 2011. [Viitattu 1.4.2012] Saatavilla: <http://www.suasnews.com>
- 10 Alenia Aeronautica. Alenia's view on uas potential civil market. [Viitattu 1.4.2012] Saatavilla: <http://ec.europa.eu>
- 11 Kotler, P. Marketing management. 12th ed. Prentice Hall, 2006. ISBN 0131457578
- 12 Eisenhei, H. UAV Photogrammetry. Doctoral dissertation, 2009. ETH Zurich, Switzerland.
- 13 Verhoeven, G. Imaging the Invisible using Modified Digital Still Cameras for Straightforward and Low-Cost Archaeological Near-Infrared Photography. Journal of Archaeological Science, 2008. Vol 35:12, S. 3087-3100. ISSN 0305-4403.
- 14 Keller, J. Multisensor designs and increasing resolutions are major trends in infrared and other electro-optical sensors. Military & Aerospace Electronics, 2010. Vol 21:3, S. 34-35. ISSN 10469079.
- 15 L3 Communications, www-sivut. [Viitattu 4.4.2012] Saatavilla: <http://www.thermal-eye.com>

-
- 16 Flir, www-sivut. [Viitattu 4.4.2012] Saatavilla: <http://www.flir.com>
- 17 Tetracam, www-sivut. [Viitattu 4.4.2012] Saatavilla: <http://www.tetracam.com>
- 18 Höfle, B. Pfeifer, N. Correction of laser scanning intensity data: Data and model-driven approaches. ISPRS Journal of Photogrammetry & remote sensing, 2007. Vol. 62:6. S. 415-433.
- 19 Larsson, H. Et al. Characterizing laser radar snow reflection for the wavelengths 0.9 and 1.5 μm . Optical engineering, 2006. Vol. 45:11
- 20 Riegl laser measurement systems, www-sivut. [Viitattu 4.4.2012] Saatavilla: <http://www.riegl.com>
- 21 Ingenieur-Gesellschaft für Interfaces, www-sivut. [Viitattu 4.4.2012] Saatavilla: <http://www.igi.eu>
- 22 Heritage, G. L. LARGE, A. R. G. Laser Scanning for the Environmental Sciences. Wiley-Blackwell, 2009. ISBN 9781405157179.
- 23 Vosselman, G. Maas, H. Airborne and Terrestrial Laser Scanning. Whittles Publishing, 2010. 336 s. ISBN 9781904445876 (painettu). ISBN 184995013X (sähköinen).
- 24 Cloud Cap Technology, www-sivut. [Viitattu 26.1.2012] Saatavilla: http://www.cloudcaptech.com/gimbal_tase200.shtm
- 25 Steiniger, S. Weibel, R. GIS Software – A description in 1000 words. University of Calgary, University of Zurich. v. 1.2 08.05.2009.
- 26 Cropcam, www-sivut. [Viitattu 3.4.2012] Saatavilla: <http://www.cropcam.com/>
- 27 UAVFACTORY, www-sivut. [Viitattu 15.5.2012] Saatavilla: <http://www.uavfactory.com>
- 28 Draganfly, www-sivut. [Viitattu 15.5.2012] Saatavilla: <http://www.draganfly.com>
- 29 Aeroscout, www-sivut. [Viitattu 3.4.2011] Saatavilla: http://www.aeroscout.ch/downloads/aerial_magnetic_sensing_with_an_uav_helicopter.pdf
- 30 Flint Hills solutions, www-sivut. [Viitattu 14.4.2012] Saatavilla: <http://www.fhslc.com>
- 31 V-TOL Aerospace, www-sivut. [Viitattu 14.04.2012] Saatavilla: <http://www.v-tol.com>

-
- 32 Hawkeye UAV, www-sivut. [Viitattu 14.4.2012] Saatavilla: <http://www.hawkeyeuav.com>
- 33 MicroDrones UAV, www-sivut. [Viitattu 3.4.2012] Saatavilla: <http://www.microdrones.co.uk>
- 34 Accuas www-sivut. [Viitattu 3.4.2012] Saatavilla: <http://www.accuas.com>
- 35 Danish aviation systems, www-sivut. [Viitattu 3.4.2012] Saatavilla: <http://www.danishaviationsystems.dk>
- 36 Aerial photography specialists, www-sivut. [Viitattu 3.4.2012] Saatavilla: <http://www.apspecialists.com.au>
- 37 Flycam Oy, www-sivut. [Viitattu 3.4.2012] Saatavilla: <http://flycam.fi>
- 38 Mitta Oy, www-sivut. [Viitattu 3.4.2012] Saatavilla: <http://www.mitta.fi>
- 39 Themis, www-sivut. [Viitattu 3.4.2012] Saatavilla: <http://www.themis.co.il>
- 40 Blom, www-sivut. [Viitattu 3.4.2012] Saatavilla: <http://blomasa.com>
- 41 Kahn, K. B. The PDMA Handbook of New Product Development. 2nd edition. John Wiley & Sons Inc. ISBN 0-471-48524-1
- 42 Appannaiah, H.R. et al. Services management. Mumbai: Himalaya Pub. House, 2010. Rev. ed. 278 s. ISBN 9789350243930 (sähköinen)
- 43 Sundbo, J. Toivonen, M. User-based innovation in services. Edward Elgar Publishing Ltd, 2011. ISBN 9780857931955
- 44 Menor, L. J. Et al. Service development: Areas for exploitation and exploration. Journal of Operations Management. 2002. Vol. 20:2 S. 135-157. ISSN 0272-6963, 10.1016/S0272-6963(01)00091-2.
- 45 Johnston, R. Graham, C. Service operations management. Improving service delivery. 2nd ed. Prentice Hall. 2005. ISBN 978-0-273-68367-5
- 46 Goldstein, S. M. Et al. The service concept: the missing link in service design research? Journal of Operations Management, 2002. Vol. 20:2. S. 121-134, ISSN 0272-6963, 10.1016/S0272-6963(01)00090-0.
- 47 Fitzsimmons, J. A. Fitzsimmons, N. J. New service development. Creating memorable experiences. Sage Publications, 2000. ISBN 0-7619-1741-1
- 48 Rekola, K. Product-centric service development. Doctoral dissertation. University of Vaasa, 2006. ISBN 952-476-166-1

-
- 49 Grönroos, C. Service management and marketing: Customer management in service competition. 3rd ed. Wiley, 2007. ISBN 978-0470028629
- 50 Pulkkinen, M. et al. Liiketoimintamallit arvonluojina –Ketjut, pajat ja verkot. Teknologiateollisuus ry, 2005. 81 s. ISBN 951-817-896-8
- 51 Friend, G. Zehle, S. Guide to Business Planning. London, GBR: Profile Books, 2004. 287 s. ISBN 9781847650191 (sähköinen). ISBN 9781861974747 (painettu).
- 52 Grönroos, C. Teollisuuden palveluksista palveluliiketoimintaan. Teknologiateollisuus ry, 2010. 174 s. ISBN 978-951-817-941-5
- 53 Rintamäki, T. Et al. Identifying competitive customer value propositions in retailing. *Managing Service Quality*, Vol. 17:6, s. 621 – 634. DOI: [10.1108/09604520710834975](https://doi.org/10.1108/09604520710834975). ISSN 0960-4529
- 54 Raunio, V. Civil Unmanned Aerial System Needs in Finland. Master's thesis. Aalto university, Espoo. 2011
- 55 Halme, I. Tuotteiden ja palveluiden kehittäminen kokonaiskonsepteiksi lentokenttätoimialalla – tapaustutkimuksia. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Espoo, 2012
- 56 Toivonen, M. Service blueprinting palveluliiketoiminnan kehittäjän työkaluna. Service innovation circus 2010 -seminaari [Viitattu 24.03.2012] Saatavilla: <http://www.tekes.fi>
- 57 Simula, H; Lehtimäki, T; Salo, J; Malinen, P. Uuden B2B-tuotteen menestyksekkäs kaupallistaminen. Teknologiateollisuus ry, 2010. 133 s. ISBN - 978-952-238-031-9
- 58 Northern Research Institute, [www.sivut](http://www.sivut.no). [Viitattu 8.12.2011] Saatavilla: <http://uas.norut.no>
- 59 Maltamo, M. et al. Laserkeilauksella Tehoa Ja Tarkkuutta Metsän Inventointiin. Maanmittauslaitos, POSITIO-lehti, 2007. No. 2.
- 60 Metsäntutkimuslaitos. Metsätilastotiedote, metsämaan omistus, 2006-2008. Vantaa, 2010. ISSN 1797-3074. Saatavilla: <http://www.metla.fi/>
- 61 Metsäntutkimuslaitos. Älykkyyttä puunkorjuun suunnitteluun – Laserkeilaus- ja paikkatietoaineistojen hyödyntämismahdollisuudet turvemaaleimikon ennakkosuunnittelussa. Vantaa, 2011. ISBN 978-951-40-2299-9
- 62 Energiateollisuus, [www-sivut](http://www.sivut.fi). [Viitattu 31.01.2012] saatavilla: <http://www.energia.fi>

-
- 63 Alfoldy, B. Et al. Final Report on: Remote Sensing of Ship's Emissions of Sulphur Dioxide, 2011. [Viitattu 1.4.2012] Saatavilla: <http://ec.europa.eu/environment/air/transport/pdf/ships/Final-report.pdf>
- 64 McGonigle, A, J, S. et al. Unmanned aerial vehicle measurements of volcanic carbon dioxide fluxes. Geophysical Research Letters, 2008. Vol 35, doi:10.1029/2007GL032508
- 65 Funaki, M. Et al. Outline of a Small Unmanned Aerial Vehicle (Ant-Plane) Designed for Antarctic Research. Polar Science. 2008. Vol. 2:2. S. 129-142. ISSN 1873-9652.
- 66 European Central Bank, www-sivut. [Viitattu 20.12.2011] Saatavilla: <http://www.ecb.int>
- 67 UAV Systems, www-sivut. [Viitattu 13.4.2012] Saatavilla: <http://www.uavsystems.com.au>
- 68 Hannus, V. Aloittavien yritysten käynnistämisiongelmat. Yrittäjäyys, Pro gradu - tutkielma. Jyväskylän yliopiston kauppakorkeakoulu. 2010